

TECHNICKÁ UNIVERZITA v LIBERCI

Fakulta Textilní

Katedra textilní chemie

METODY BĚLENÍ BAVLNY

METHODS FOR WHITENING OF COTTON

2007

Robert Drapa



Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně. Veškeré literární prameny, jež jsou v této práci použity, jsem uvedl v seznamu literatury. Jsem obeznámen s tím, že tato bakalářská práce je majetkem FT TUL v Liberci a bez jejího souhlasu nesmí být publikovány ani její části a ani jako celek

10. května 2007

Na tomto místě si dovoluji poděkovat vedoucí bakalářské práce paní ing. Janě Čandové a dalším pracovníkům KTCh FT TUL v Liberci za všestrannou pomoc při řešení zadaného úkolu.

## **Souhrn**

Úkolem této diplomové práce bylo ověřit možnost bělení textilií UV zářením pomocí umělého zdroje a nastínit podmínky, za kterých je možné tento proces realizovat. V teoretické části je pojednáno o principech bělení textilií průmyslovým způsobem a o reakcích, respektive o poškozeních probíhajících na celulóзовých vláknech, a rovněž tak je zde popsána charakteristika celulózy, jak po stránce makroskopické, tak po stránce chemické, včetně jejích známých reakcí a způsobu použití. V rámci experimentální části jsou popsány podmínky bělení UV zářením a způsoby stanovení poškození, a rovněž tak vyhodnocení stupně běli.

Klíčová slova: bělení, celulóza, bavlna.

## **Summary**

The possibility of bleaching of textile by UV radiation via forced source and propose of conditions for this process has been imposition of this thesis. In theoretical part is treat about principle industrial bleaching of textile and about reactions or damage that arise in cellulose fiber. Also is described the characterization of cellulose by macroscopic and chemical build including of his known reaction and means of application. In experimental part, are described the conditions of bleaching by UV radiation and methods of damage determination and degree of whiteness evaluation.

Keywords: whitening, cellulose, cotton.

## Obsah bakalářské práce

Seznam použitých zkratk	8
Úvod	9
1. Celulóza	10
1.1 Morfologie celulóзовých vláken – bavlny	10
1.2 Chemická struktura a modifikace celulózy	11
1.3 Rozpustnost celulózy	13
1.4 Chemické reakce celulózy	14
1.4.1 Působení kyselin na celulóзовé řetězce (HCl, HBr, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	15
1.4.2 Působení kapalného amoniaku a hydroxidu sodného na celulózu	16
1.4.3 Oxidace celulózy	18
1.4.4 Esterifikace-nitrace celulózy	20
1.4.5 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé alkylací	21
1.4.6 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé acylací	25
1.4.7 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé acetalizací	26
1.4.8 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé působením NaOH, Na <sub>2</sub> S nebo CS <sub>2</sub> na celulózu	26
1.4.9 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé působením Schweitzerova činidla	27
1.5 Rozklad celulózy chemickými vlivy	28
1.5.1 Rozklad kyselinami	28
1.5.2 Alkoholýza celulózy	29
1.5.3 Enzymatický rozklad celulózy	29
1.5.4 Rozklad celulózy radioaktivním zářením	30
1.5.5 Termický rozklad celulózy	30
1.5.6 Rozklad celulózy alkáliemi	32
2. Způsoby bělení	33
2.1 Oxidační bělení	33
2.2 Redukční bělení	41
2.3 Optické zjasňování	42
2.4 Bělení slunečním zářením	43
3. Metody stanovení poškození celulóзовých vláken	47
3.1 Kvalitativní metody stanovení poškození	47

3.2	Kvantitativní metody stanovení poškození	49
4.	Experimentální část	53
4.1	Seznam použitých chemikálií	53
4.2	Použitý vláknitý materiál	54
4.3	Použité měřicí přístroje	54
4.4	Přípravné práce a předpravy vzorků	54
4.5	Standardní metody bělení	55
4.6	Srovnávací metoda bělení vlivem slunečního záření	57
4.7	Bělení různými zdroji UV záření	57
4.8	Měření běli	59
4.9	Měření pevnosti	59
4.10	Měření viskozity	59
4.11	Stanovení $\alpha$ - celulózy	60
5.0	Výsledky měření	62
5.1	Expozice přístrojem č.1	62
5.2	Expozice přístrojem Philips	63
5.3	Klasické technologie bělení	69
5.4	Srovnávací metoda bělení slunečním zářením	72
5.5	Standardní nebělené vzorky	75
5.6	Grafické porovnání bělosti a pevnosti bělených textilií	76
5.7	Grafické porovnání chemických. a fyzikálně-chemických stanovení bělených textilií	78
6.	Diskuse výsledků	79
7.	Závěr	80
8.	Literatura	81

## Seznam použitých zkratk a symbolů:

UV záření - oblast ultrafialového záření světelného spektra s rozsahem 100 - 400 nm

VIS záření - oblast viditelného spektra světelného záření s rozsahem 400nm - 760 nm

OZP - opticky zjasňující prostředek, chemická látka nebo přípravek aromatického typu s obsahem konjugovaných  $-C=C-$  nebo  $-C=N-$  vazeb, jež absorbují UVA a převádí je na modrofialové světlo ve VIS ve vlnových délkách s rozsahem 430-450 nm

UVC - ultrafialové záření o vlnové délce v rozsahu od 100-290 nm

UVB - ultrafialové záření o vlnové délce v rozsahu od 290-320 nm

UVA - ultrafialové záření o vlnové délce v rozsahu od 320-400 nm

PPS - průměrný polymerační stupeň

nm - nanometr (jednotka délky používaná u vlnové délky)

$W/m^2$  - jednotka intenzity slunečního záření

ml - mililitr ( 1/1000 litru), jednotka objemu

g - gram ( jednotka hmotnosti), 1/1000 kilogramu

kuoxam - hydroxid tetraamin měďnatý

cadoxen - hexaethylendiamin kademnatý komplex

FeTNa - sodná sůl železitého komplexu kyseliny vinné

$\alpha$ -celulóza - nerozpustný podíl celulózy (nativní) s obsahem dusíkatých sloučenin

$\beta$ -celulóza - rozpustný podíl v 17,5% NaOH, vzniklý degradací, a je schopný vysrážení 10% roztokem kys. octové

$\gamma$ -celulóza - podíl celulózy, který i nadále zůstává v roztoku, při rozpouštění celulózy v 17,5% NaOH

Nesslerovo činidlo - tetrajodortuťnatá didraselná  $K_2HgI_4$

oxicelulóza - souhrnný název pro produkty oxidace celulózy

hydrocelulóza - produkt celulózy vzniklý působením neoxidujících kyselin

alkalicelulóza - produkt vzniklý působením zásad

Lab souřadnice - souřadnice získané ze souřadnic X,Y,Z

OE - označení příze vyrobené rotorovým způsobem

AC - označení příze vyrobené vřetenovým způsobem

C - symbol pro žíravé látky dle zákona č. 353/2003 Sb.

$X_i$  - symbol pro zdraví škodlivé látky dle zákona č. 353/2003 Sb.

O - symbol pro oxidující látky dle zákona č. 353/2003 Sb.



## Úvod

Zadání bakalářské práce – metody bělení bavlny poskytuje široký prostor pro rozvinutí mimo jiné technologie expozice světelnými paprsky a také pro vlastní měření výsledku bělení světelnými paprsky, a také pro měření poškození vláken vlivem bělení.

V teoretické části práce jsou popsány principy bělení, ať už oxidační a redukční, tak optické zjasňování a bělení světelnými paprsky. V této části rovněž lze nalézt makroskopický a chemický popis celulózy a přehled reakcí celulózy a vlastností s různými chemickými látkami.

V experimentální části nalézáme vyhodnocení bělosti v Lab souřadnicích a vyhodnocení bělosti dle Bergmana. Poškození celulózových vláken je vyhodnoceno jednak mechanickou zkouškou- pevností textilie, jednak chemickou cestou a to stanovením PPS a stanovením nerozpustného podílu celulózy. Z důvodu pozorování chování různých druhů textilií, jsou v práci použity rozdílné materiály s rozličnou dostavou, strukturou a jemností příze. Tato stanovení jsou provedena, jak pro bělené textilie světelným zářením, tak pro porovnání s klasickými technologiemi bělení, technologií bělení pářením a v porovnání s různými časovými expozicemi světlem a v kombinaci s různými chemickými látkami.

Metoda bělení textilií v této bakalářské práci je rozpracována pouze částečně. V experimentální části je pracováno pouze se dvěma zdroji záření. Rozhodně z ekonomického pohledu zaslouží další rozpracování. Ekologické výhody jsou nasnadě. Úspora chemikálií, vody, jakož i energie jsou výhodou, jež nelze opomenout. Výhody z hlediska hygieny práce a tím i lepšího pracovního prostředí není nutné zmiňovat.

Další vývoj tohoto tématu by se asi měl ubírat nalezením vhodného zdroje a jeho intenzity, jakož i stanovení podmínek a technické řešení pro průmyslové využití. Nedílnou součástí tohoto problému bude tedy i identifikace vzniklé fotocelulózy z hlediska chemického.

Jediným tmavým bodem této metody je vliv na zdraví člověka, tzn. vliv na poškození očí a kůže. V mnoha vyspělých státech již byly vypracovány předpisy, určující dovolenou expozici UV záření, t.j. dávku záření, kterou může průměrný člověk obdržet za určitou dobu bez nebezpečí vyvolávání nepříznivých účinků (např. DIN 5050, DIN 5031, předpis ACGIH).

UVC záření má velmi silné baktericidní účinky a nejširší použití našlo v oblasti desinfekce (germicidní výbojky). Zřejmě stojí i za uvažování použití světelného záření k modifikaci celulózových vláken pro zdravotnictví.

## 1. Celulóza

Nativní a přirozená celulóza tvoří v rostlinách stěny buněk. Je průvodní látkou všech suchozemských a vodních rostlin. Nejdůležitější rostlinné druhy z hlediska obsahu celulózy jsou uvedeny v následující tabulce: <sup>1, 10, 25)</sup>

Tab.1:

Plodina/složení	bavlna	len	sisal	kapok	konopí	ramie	juta	dřevo
celulóza	87-92	64	66	50-65	67	69	64,5	až 50
vosky a tuky	0,4-0,5	1,5	0,3	0,5-0,7	0,7	0,3	0,5	až 90
minerál. látky	0,1	3,9	1,2	1,2	2,1	5,5	1,1	0,1
hemicelulóza	0,7	17	12	16	16	13,1	12,5	až 25
lignin	5-6	2	9,9	16	3,3	0,6	11,8	až 25
pektiny	0,5-0,7	1,8	0,8	1,1	0,8	1,9	0,2	0,5- 1,5
bílkoviny								1

Lze ji získat hlavně z vláken bavlny, vláken lnu, vláken sisalu, vláken kapoku, vláken konopí, vláken ramie a dále pak ze dřeva /hlavně smrkového a bukového/. Nativní bavlna je z chemického hlediska nejčistší celulózou ze všech rostlin. Veškeré hodnoty uvedené v této tabulce je nutné brát jako poměrné, záleží totiž na zralosti hmoty-vlákná, což je poměr průměru vlákna a lumenu. Hraniční hodnota zralosti je 1,05. Se zralostí hodnota roste.

### 1.1 Morfologie celulózových vláken – bavlny

Bavlněné vlákno má tvar podlouhlý podobný stužce se zřetelnými zákruty, jeho průměrná délka je 25-35mm a tloušťka 16-30  $\mu\text{m}$ . Příčný řez vlákna má ledvinkovitý tvar s patrným zploštělým kanálkem – lumen. Samotné vlákno se skládá z několika vrstev: vnější povrch, zvaný kutikula, který je složen z vosků a pektinů, bez jakékoliv struktury.

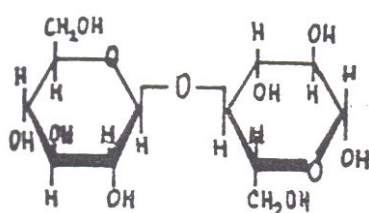
V kutikule a primární vrstvě je obsah těchto příměsí vysoký, může tvořit až 50% hmoty. Dále pak primární stěna je složena z mikrofibril o tloušťce cca 10 nm stěny, jež jsou nahodile orientovány.<sup>11)</sup> Pod touto vrstvou se nachází další stěna, jejíž fibrily stoupají ve šroubovici pod úhlem 25-35°.

V další slupce, silné několik  $\mu\text{m}$ , jsou fibrily řazeny pod úhlem cca 25° vzhledem k podélné ose vlákna. V poslední vrstvě, která je obdobou primární stěny a jejíž tloušťka je menší než 0,1  $\mu\text{m}$ , jsou fibrily řazeny opět ve šroubovici.<sup>11)</sup> Obě stěny jsou prostoupeny mikropóry.

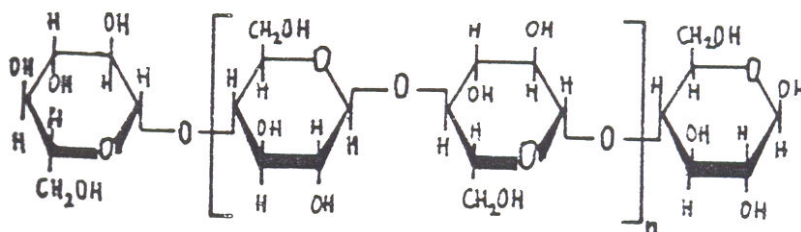
Morfologie ostatních celulóзовých vláken se liší pouze délkou vláken a orientací fibril, z čehož lze odůvodnit rozdílné pevnosti a tažnosti vláken.

## 1.2 Chemická struktura a modifikace celulózy

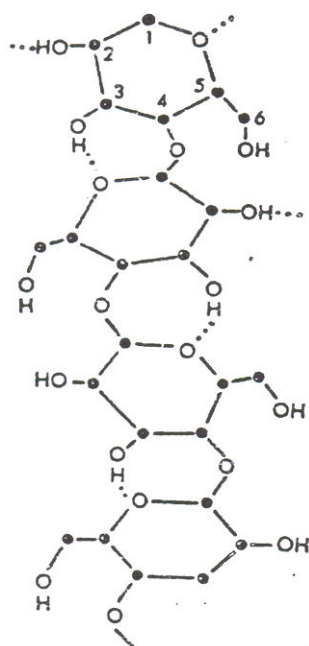
Základní stavební jednotkou polysacharidu celulóza je  $\beta$ -D-glukósa, která jako každá pyranosa má židličkovou konformaci. Navzájem jsou dvě monomerní jednotky propojeny tzv. glykosidickou vazbou na  $C_1$  jedné monomerní jednotky a  $C_4$  druhé monomerní jednotky, za vzniku molekuly vody. Takto vzniklá jednotka disacharidu se nazývá celobiosa. Celobiosa tvoří základní strukturní jednotku celulózy s periodou identity 1,03 nm.<sup>11)</sup> Ohebnost molekulových řetězců je vzhledem ke konformacím monomerů a četným vodíkovým můstkům, jež jsou způsobeny třemi hydroxylovými skupinami takřka nulová. Vodíkové interakce nalézáme jak v podélném, tak v příčném směru, tedy jako interakci v linii řetězce, tak mezi řetězci navzájem. Na vláknu lze pozorovat při vysychání zakřivení, které vzniká vlivem struktury celulózy a tloušťky stěny. Přesný mechanismus není znám, je však velmi pravděpodobné, že se na konvoluci podílí změna lokalizace vodíkových můstků.



Obr.6 Celobiosa  
4-O- $\beta$ -D- glukopyranosyl-  
-D-glukopyranosa



Obr.7 Základní strukturní jednotka celulózy



Obr.8 Konformace celulóзовého řetězce

V celulóze lze nalézt krystalické a amorfni části řetězce, kde krystalické struktury se vyskytují ve čtyřech modifikacích. Prakticky veškeré reakce probíhají v amorfni struktuře, krystalické značně omezeně a nejvíce na povrchu. Podíl krystalické části řetězce je cca 70%, zatím co podíl v regenerované celulóze nebo odbourané celulóze je cca 40%. Celulosa I je uspořádána v monoklinické mřížce. Celulosa II vzniká působením louhu na nativní celulózu a nebo při regeneraci celulózy. Celulóza III vzniká působením kapal. amoniaku, nebo bezvodého metyl či etylaminu na celulózu I. Celulóza IV je produktem temperace v inertním prostředí.

Tab.2.

Krystalografická osa	Celulóza I	Celulóza II	Celulóza III	Celulóza IV
A (nm)	0,835	0,810	0,774	0,811
B (nm)	1,03	1,03	1,03	1,03
C (nm)	0,79	0,91	0,99	0,79
Úhel $\beta$ (°)	84	62	58	90

Vlastnosti nativní celulózy:

PPS >2000

$T_g = 220-245$

$\Lambda = 0,07 \text{ W/mK}$

$\rho = 1,54-1,59 \text{ g/cm}^3$

Vlastnosti odbourané celulózy:

PPS cca 1500

$\lambda = 0,03-0,17 \text{ W/mK}$

$\rho = 1,58-1,63 \text{ g/cm}^3$

### 1.3 Rozpustnost celulózy <sup>10, 11, 19, 25)</sup>

1/ rozpustnost v minerálních kyselinách: HCl, HBr, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>

2/ vodné roztoky anorg. solí: LiCl, ZnCl<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

3/ vodné roztoky hydroxidů: LiOH, NaOH, NaOH-ZnO, atp.

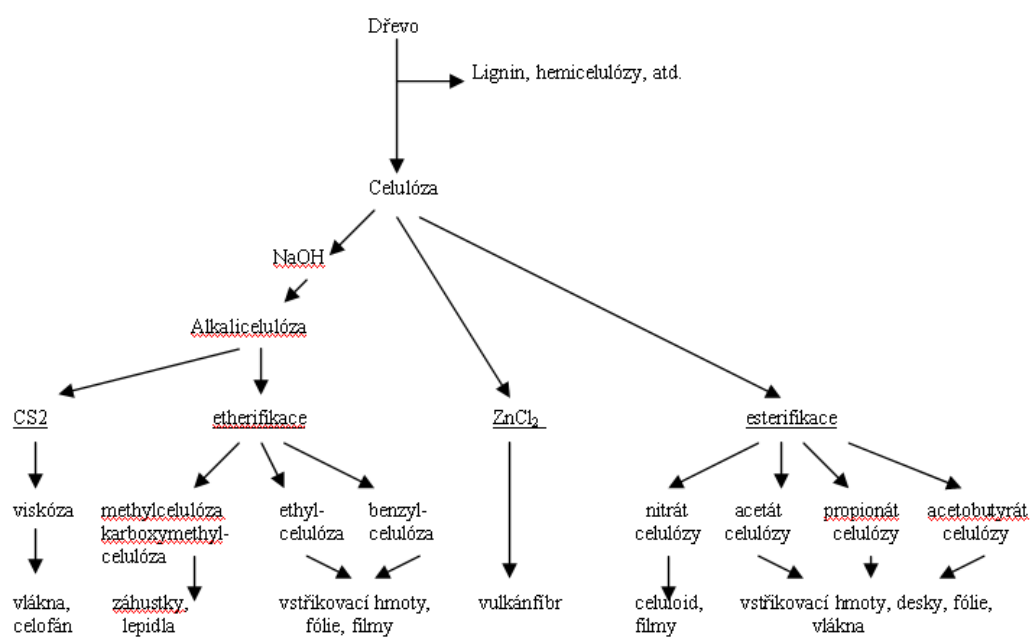
4/ vodné roztoky kvarterních bází: NH<sub>4</sub>OH, trimetylbenzilamoniumhydroxid atp.

5/ komplexní sloučeniny: cuoxam-hydroxid tetraaminměďnatý, cuen- hydroxid

bis(etylendiamin) měďnatý, cadoxen- dihydroxidtri(etylendiamin) kademnatý, atp.

6/ bezvodé systémy: MA+DMS, jodidy v kapal. amoniaku.

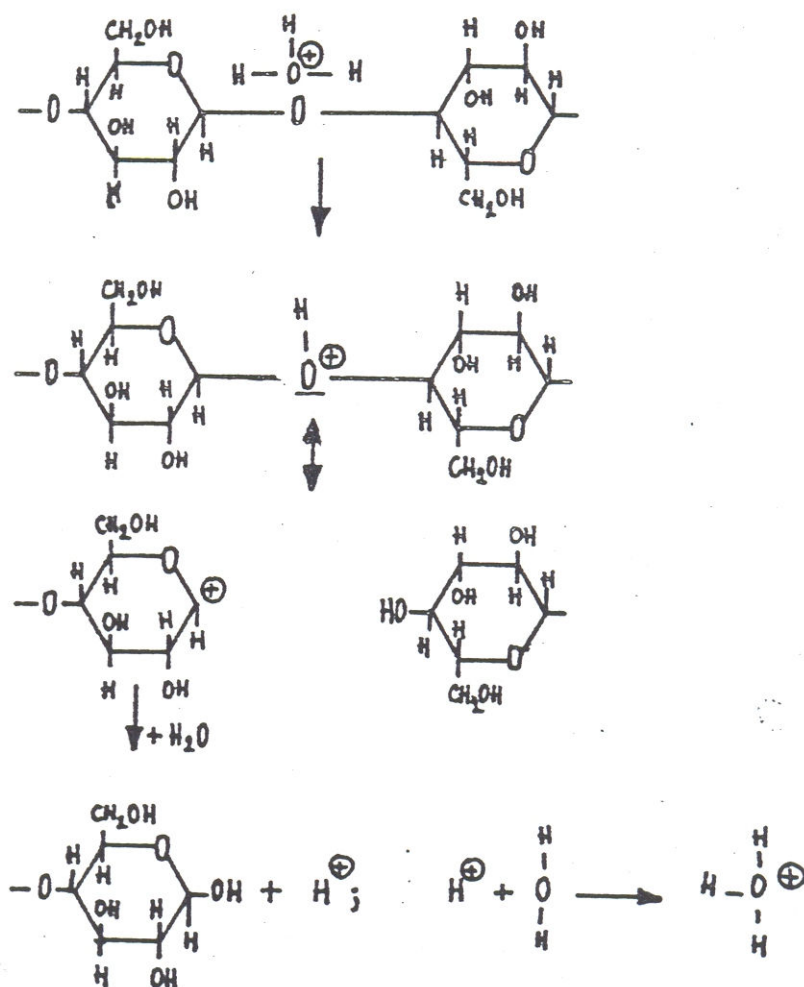
## 1.4 Chemické reakce celulózy



Obr.9 Schéma vzniku derivátů celulózy <sup>19)</sup>

### 1.4.1 Působení kyselin na celulóзовé řetězce (HCl, HBr, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)<sup>11, 14, 25)</sup>

Dochází k degradaci řetězce heterogenní reakcí a vlivem rušení vodíkových můstků může docházet k likvidaci makromolekulárního řetězce na tzv. hydrocelulózu a štěpení glykosidických vazeb až na D-glukósu.



[ 1 ]

## **1.4.2 Působení kapalného amoniaku a hydroxidu sodného na celulózu <sup>11)</sup>**

### **1.4.2.1 Působení amoniaku**

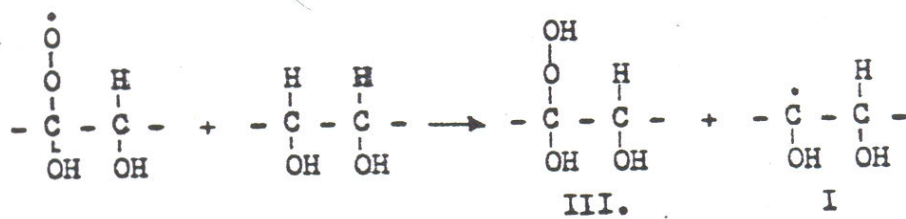
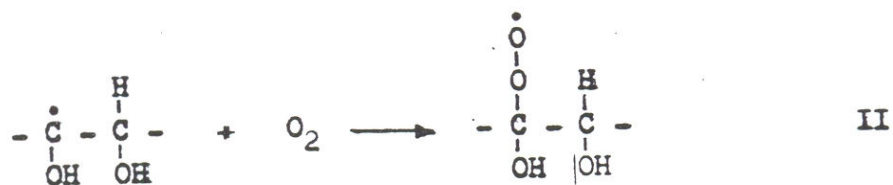
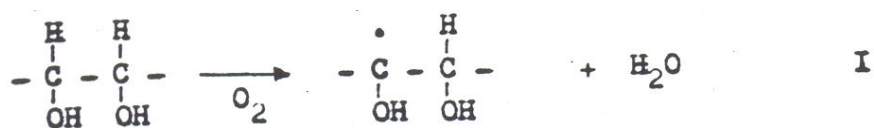
Dochází k poklesu krystalinity vlivem rozrušení vodík. můstků na C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub> a C<sub>6</sub>. Lze pozorovat zvýšenou orientovanost krystalitů a zrovnoměrnění nadmolekulární struktury, a částečné přeměně modifikace I na modifikaci III.

Dochází tedy pouze ke zvýšení hodnot mechanických vlastností - pevnost v tahu, snížení srážlivosti.

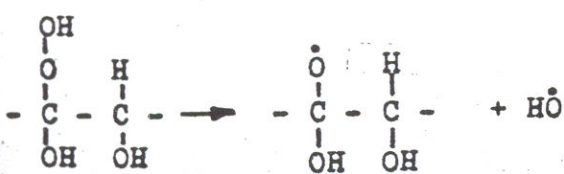
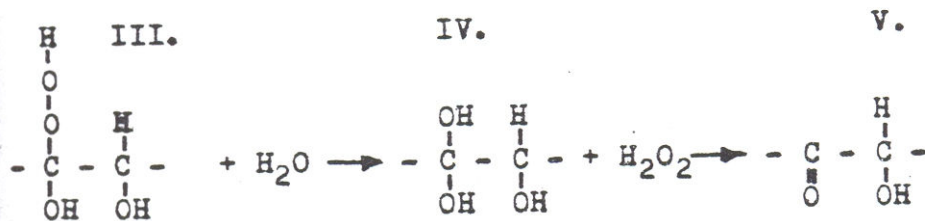
### **1.4.2.2 Působení NaOH**

Dochází ke zbobtnání v pravém slova smyslu, kdy se zvětšují velikosti mikrofibril, snížení krystalinity, zvýšení orientovanosti krystalitů a přeměně modifikace I na modifikaci II. S tím souvisí přístupnost celulóзовého řetězce k dalším reakcím a následně lze celulózu pouhým vzdušným kyslíkem degradovat. Jedná se o radikálovou reakci. V praxi se používá rozpustnosti, resp. nerozpustnosti v NaOH ke stanovení tzv. α-celulózy (nerozp. podíl). Dále lze na tomto základě rozlišit β-celulózu (rozp. podíl, jež lze srazit v kyselém prostředí) a γ-celulózu, jež se stanovuje nepřímou, neboť je dokonale rozpustná.





[ 2 ]



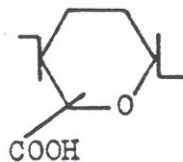
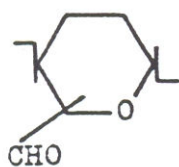
### 1.4.3 Oxidace celulózy<sup>13)</sup>

#### 1.4.3.1 Oxidace nespecifickými činidly

/specifické činidlo pro polohu 2,3 -  $\text{HIO}_4$ , chlornany, chromany, peroxidy, borhydridy, manganistany/

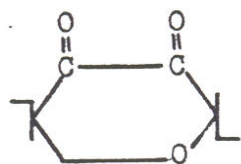
Dochází k oxidaci OH skupin druhého a třetího uhlíku glukózové jednotky.

##### 1.4.3.1.1 Oxidace vedoucí na karbonylovou nebo karboxylovou /oxidující/ skupinu v poloze 2, 3



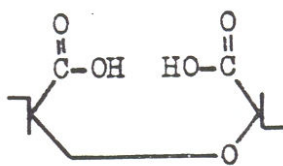
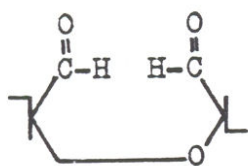
[ 3]

##### 1.4.3.1.2 Oxidace vedoucí na ketoskupinu /redukující/



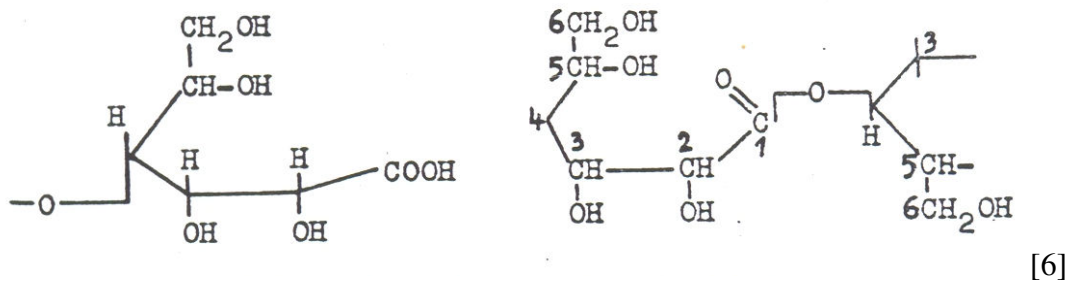
[ 4]

##### 1.4.3.1.3 Oxidace vedoucí k rozštěpení řetězce mezi uhlíky v poloze 2, 3

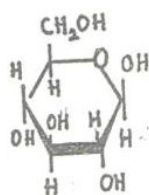


[ 5]

#### 1.4.3.1.4 Oxidace vedoucí ke vzniku esteru celulózy



#### 1.4.3.1.5 Oxidace vedoucí k rozštěpení glykosidické vazby – depolymerace

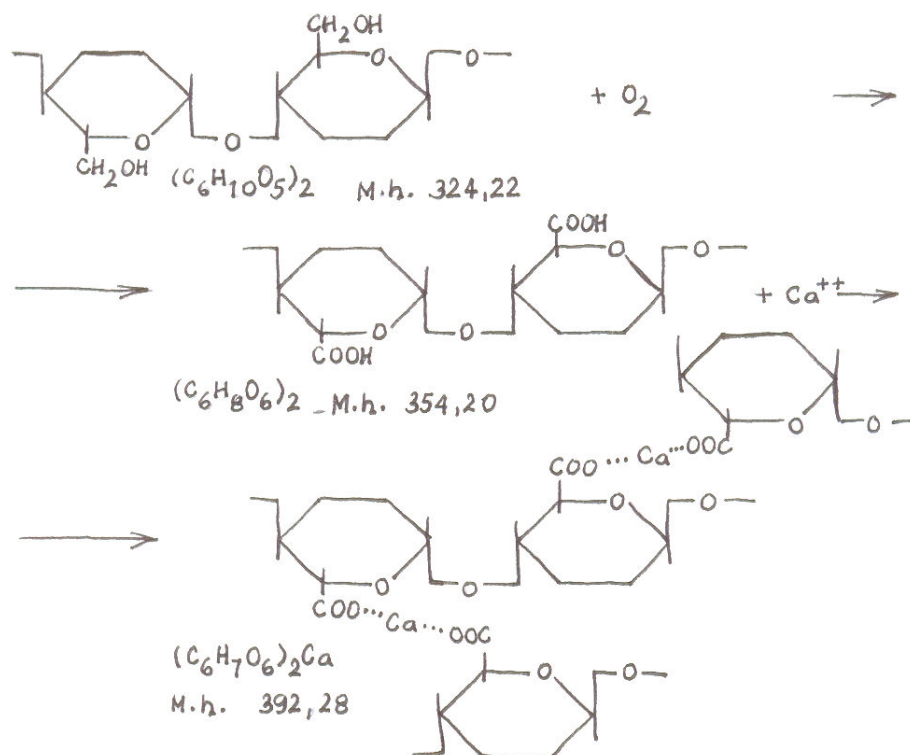


β-D-glukopyranosa

[ 7 ]

#### 1.4.3.2 Oxidace působící specificky na C<sub>6</sub> glukopyranosové jednotky při T<sub>max</sub> 25 °C činidlem N<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>14)</sup>

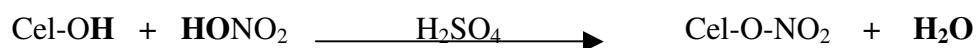
Takto získaná oxixelulóza obsahuje min. 12% karboxylových skupin a je používána ve formě soli jako hemoseptický preparát



[ 8 ]

#### 1.4.4 Esterifikace-nitrace celulózy<sup>19)</sup>

Nitrocelulóza je ve formě do 12,5% N známa jako celuloid nebo kolodium, s vyšším obsahem dusíku je známa jako střelná bavlna

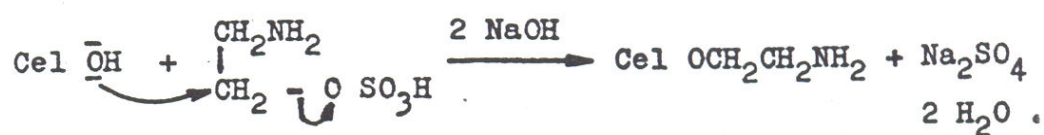
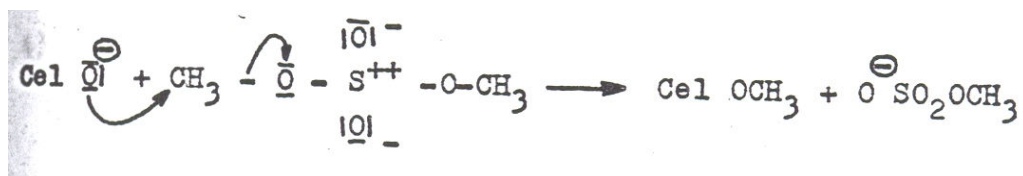


[ 9 ]

### 1.4.5 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé alkylací <sup>11)</sup>

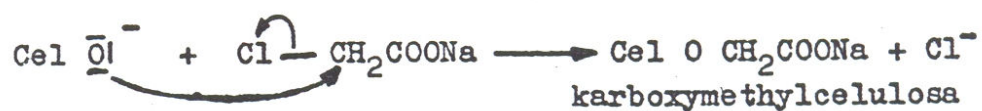
/nejreaktivnější skupinou je OH<sup>-</sup> na C<sub>2</sub>/

#### 1.4.5.1 Reakce se sulfáty - výroba metylcelulózy



[10]

#### 1.4.5.2 Reakce s alkylhalogenidy - alkylace

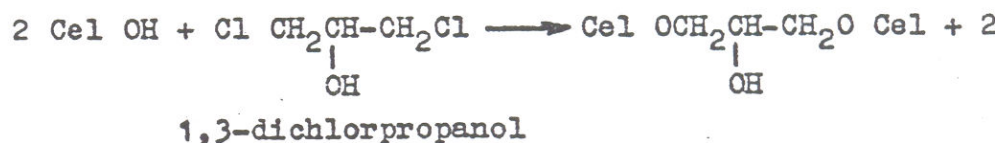


- benzylace

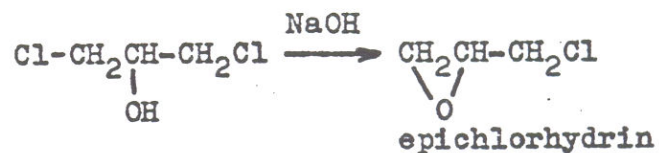


[ 11]

### 1.4.5.3 Reakce c epichlorhydrinem, nebo 1,3 dichlorpropanolem



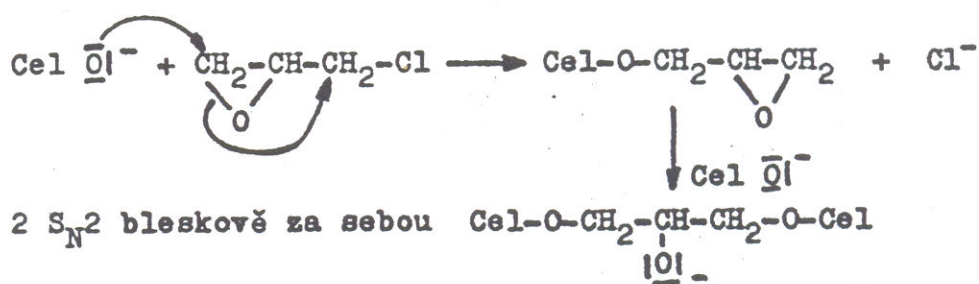
V alkalickém prostředí:



HCl

[ 12]

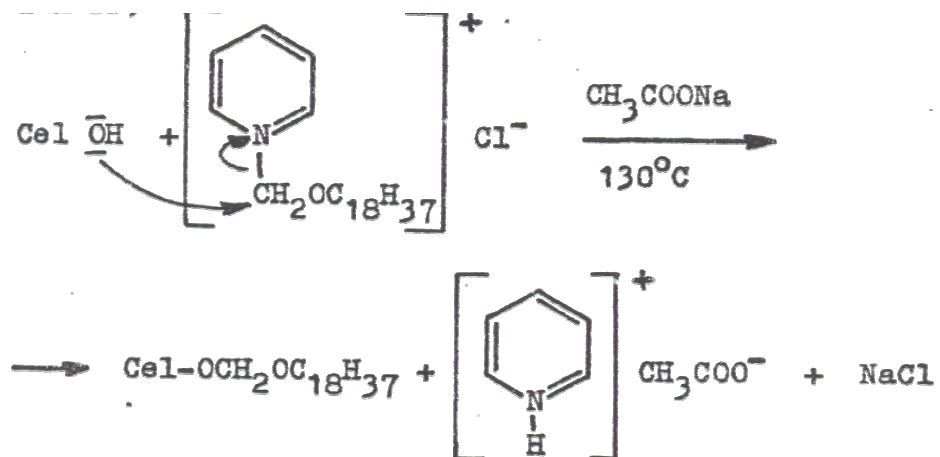
Při reakci epichlorhydrinu s celulózou v alkalickém prostředí proběhnou pravděpodobně v první fázi dvě  $\text{S}_{\text{N}}2$  substituce rychle za sebou (úprava Bel-O-Fast)



[13]

#### 1.4.5.4 Reakce celulózy s pyridinovými sloučeninami

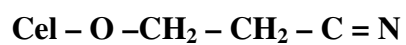
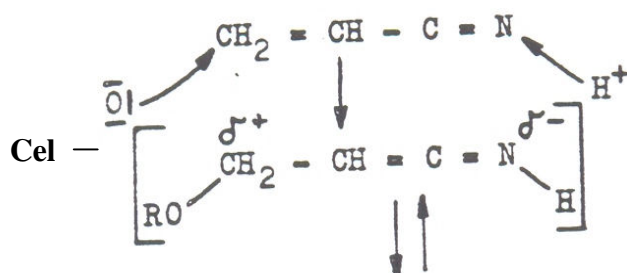
/ hydrofobní úprava/



[14]

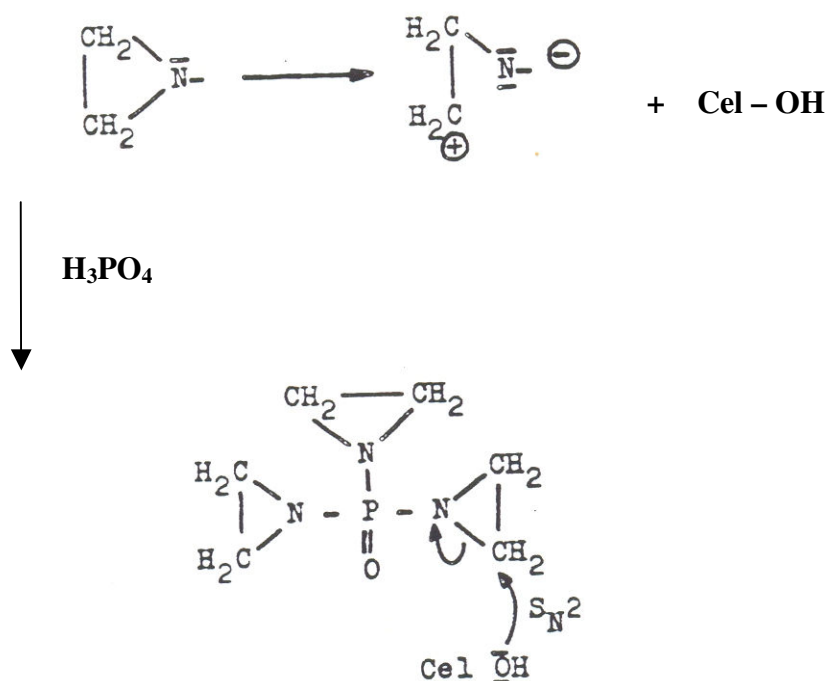
#### 1.4.5.5. Reakce s akrylonitrilem

/antimikrobiální úprava/, v alkalickém prostředí, 55-60°C



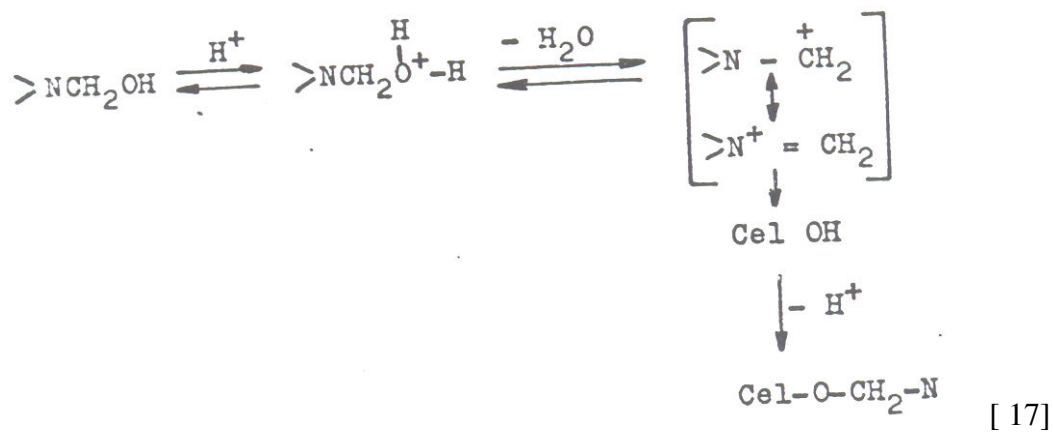
[ 15]

#### 1.4.5.6 Reakce s etyleniminovými reaktanty



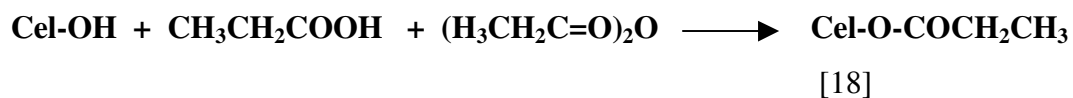
[16] /nehořlavá a nemačková úprava/

#### 1.4.5.7 Reakce s N-hydroxymetyl reaktanty - zesíťování celulózových řetězců



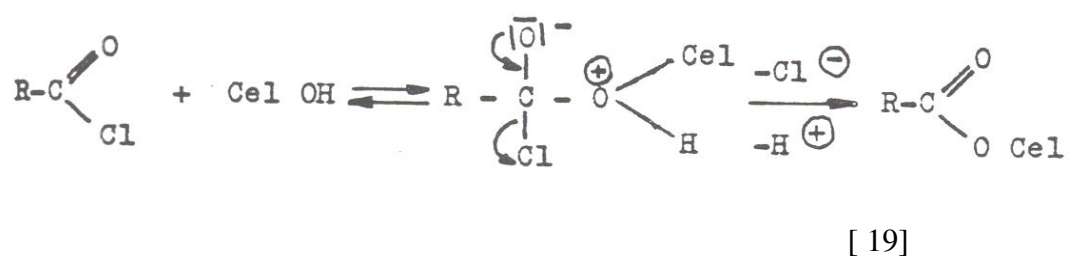


#### 1.4.5.8 Reakce s karboxylovou kyselinou a jejím anhydridem /propionát celulózy/



#### 1.4.6 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé acylací

##### 1.4.6.1 Esterifikace chloridy kyselin



##### 1.4.6.2 Esterifikace hydrogenfosforečnanem diamonným

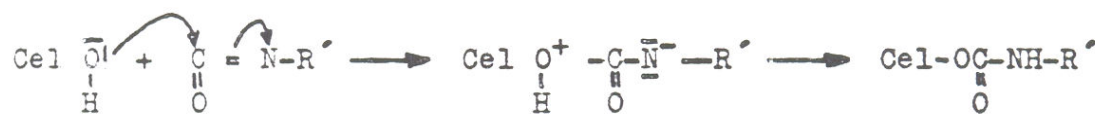
/nehořlavá úprava/



[ 20]

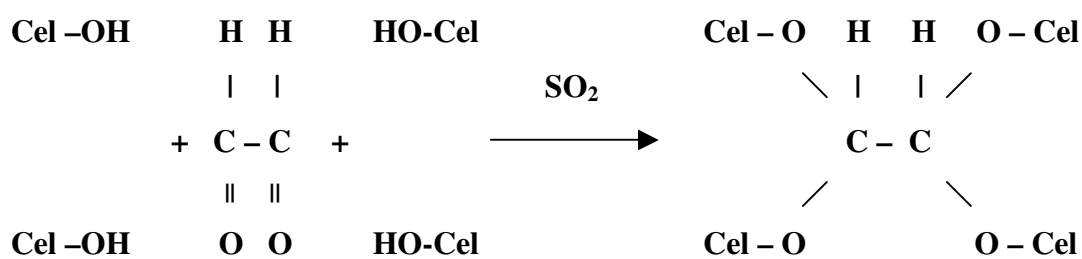
### 1.4.6.3 Adice alkylisokyanátu

/vodoodpudivá úprava/



[ 21]

### 1.4.7 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé acetalizací



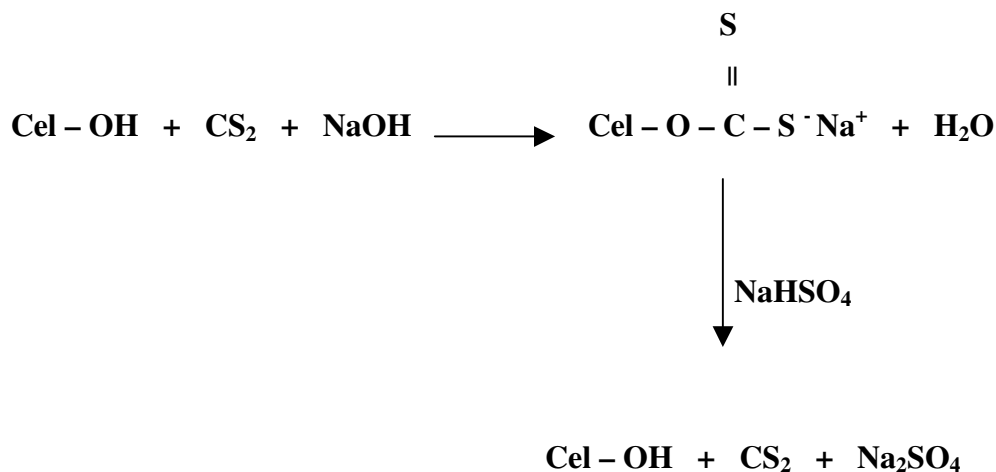
[ 22]

### 1.4.8 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé působením NaOH,

$\text{Na}_2\text{S}$  nebo  $\text{CS}_2$  na celulózu<sup>23)</sup>

/ xantogenát celulózy/

Reakce při přípravě viskózového hedvábí



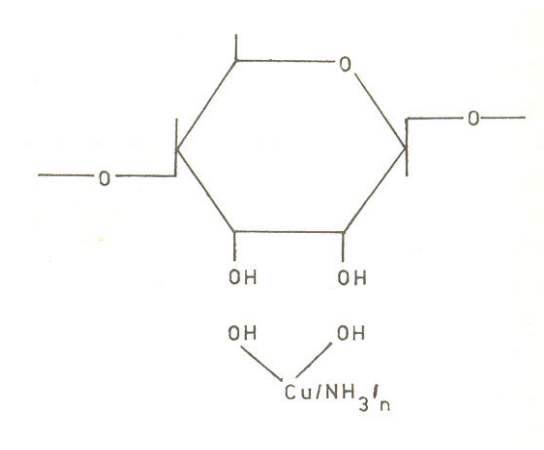
[ 23]

### 1.4.9 Chemické textilní modifikace celulózy vzniklé působením

#### Schweitzerova činidla <sup>23)</sup>

/měďnaté hedvábí, podstata stanovení PPS v kuoxamu/

Rozpuštění celulózy reakcí s hydroxidem amonno-měďnatým, připraveným ze síranu měďnatého a amoniaku. Zvlákňování se provádí v kyselé srážecí lázni.



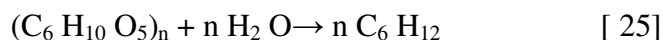
[ 24]

## **1.5 Rozklad celulózy chemickými vlivy <sup>25)</sup>**

### **1.5.1 Rozklad kyselinami**

#### **1.5.1.1 Rozklad kyselinami za současného bobtnání / zředěné kyseliny/**

/ rozpad polysacharidického řetězce na glukózu za současného příjmu vody/



Rozklad probíhá přes řadu meziproduktů (hydrocelulózu, celodextriny, oligosacharidy, celobiózu) až na glukózu, proces probíhá z povrchu dovnitř struktury, celulóza si zachovává během procesu vláknitou strukturu.

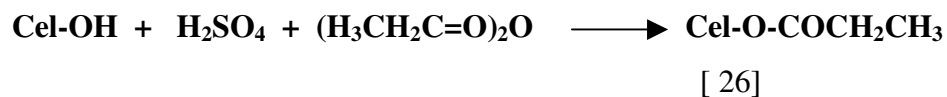
#### **1.5.1.2 Hydrolýza koncentrovanými kyselinami**

**/ hydrolýza např. 60% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, nebo HCl s koncentrací nad 40%, nebo acetolýza/**

Proces probíhá v celé hmotě, hydrolýza celulózy probíhá za bobtnání velmi rychle, viskozita vzniklého roztoku postupně v čase klesá až roztok ztratí koloidní charakter.

Při hydrolýze H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> vznikají přechodně i sulfáty.

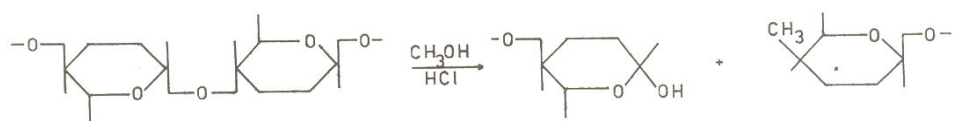
Rovnice acetolýzy: ( reakce kys. sírové a anhydridu kys. octové), vedle acetolýzy probíhá i degradace



Tato reakce umožňuje z produktů hydrolýzy zmýdlněním připravit celodextriny a oligosacharidy.

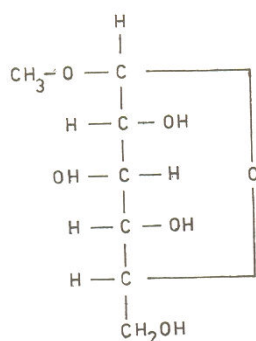
### 1.5.2 Alkoholýza celulózy

Rozklad celulózy vlivem alkoholu v kyselém prostředí



[ 27 ]

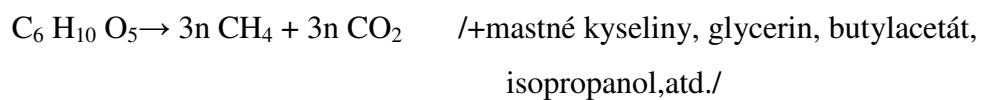
současně probíhá metylace na glykosidickém hydroxylu glukózového zbytku



[ 28 ]

### 1.5.3 Enzymatický rozklad celulózy

Vlivem enzymů (celuláza a celobiáza) dochází k rozpadu celulózy až na jednoduché produkty. Celuláza nejprve odbourává celulózu na celobiózu a celobióza je následně odbourána celobiázou na glukózu. Glukózu pak lze odbourat např. metanolovým kvašením pomocí bakterií.



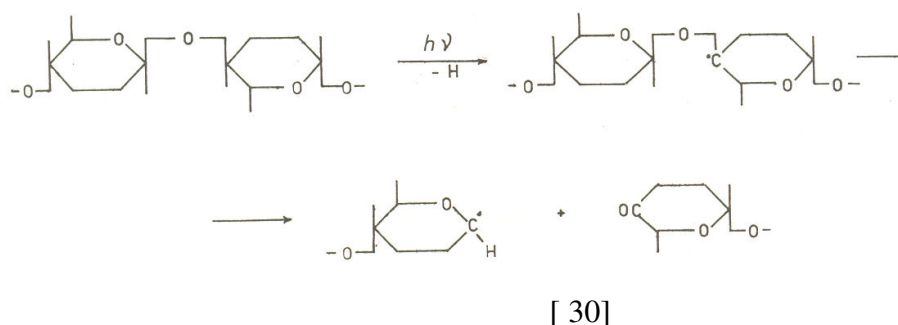
[ 29 ]

### 1.5.4 Rozklad celulózy radioaktivním zářením

Radioaktivní záření může vlivem jistých podmínek vyvolat u celulózy zesíťení molekul a nebo naopak úplnou degradaci.

Jako zdroj  $\gamma$ -záření lze použít Co 60 nebo Cs 134, které působí ve hmotě a v celé délce vlákn.

Záření vyvolá odštěpení radikálu vodíku, a v případě nepřítomnosti akceptoru nastává intramolekulární štěpení



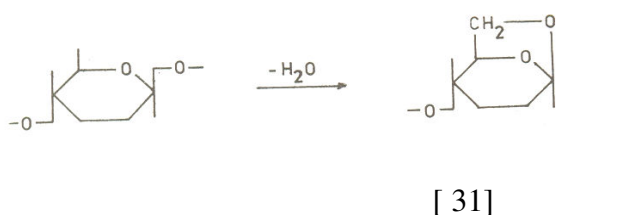
### 1.5.5 Termický rozklad celulózy

Viditelný rozklad nastává při 160°C, krátkodobě bez známky zuhelnatění snese 300°C, ovšem jen dlouhodobým zahříváním při teplotě nad 100°C se již mění fyzikální a chemické vlastnosti

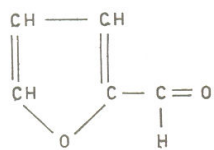
Termický rozklad tedy lze rozdělit na : 1/ dehydrataci

2/ hoření produktů vzniklých při dehydrataci

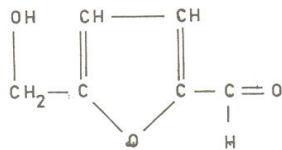
- lze provést termický rozklad celulózy bez přístupu vzduchu za sucha při 275°C- suchá destilace /vznikají všechny plynné frakce jako např. metan, oxid uhličitý, uhlík, aceton, etan a dehet/



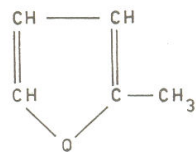
-významné produkty suché destilace obsažené v dehtu:



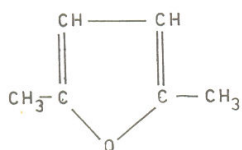
furfural



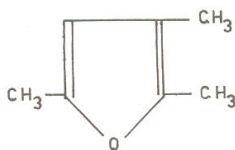
5-hydroxymetyl-2-furaldehyd



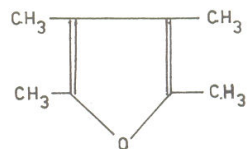
metylfuran



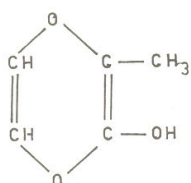
2,5 - dimetylfuran



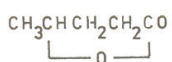
trimetylfuran



tetrametylfuran



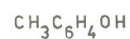
Maltol



valerolakton



fenol

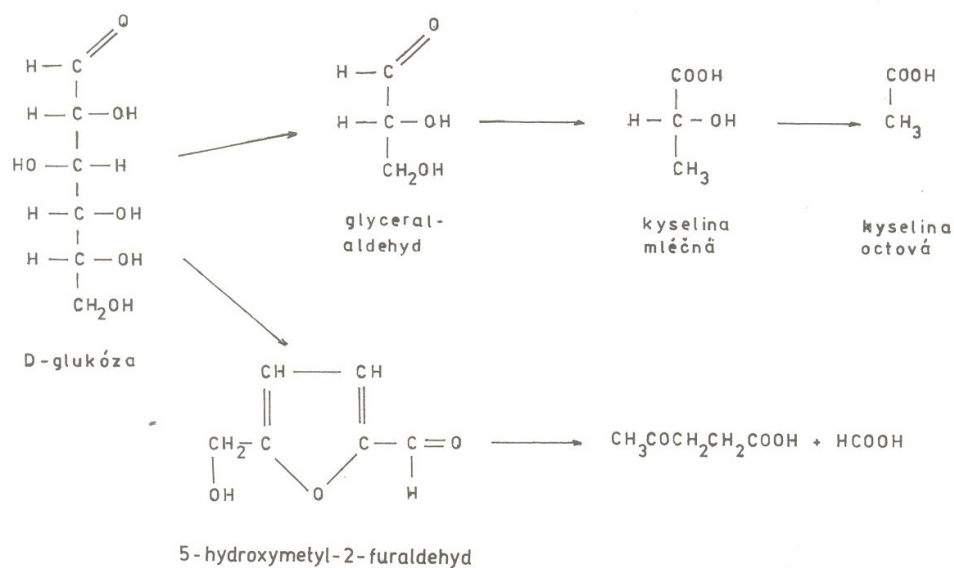


kresol /o,m,p/

## 1.5.6 Rozklad celulózy alkáliemi

### 1.5.6.1 Rozklad alkáliemi

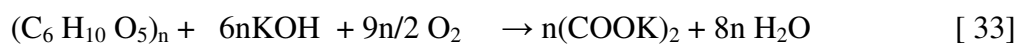
Rozklad s koncentrovanými roztoky alkálií bez přístupu vzduchu vede na řadu kyselin, respektive jejich solí.



[ 32]

### 1.5.6.2 Tavení s alkáliemi

Reakce pro výrobu kyseliny šťavelové a několika dalších při 280°C





## 2. Způsoby bělení

Účelem bělení textilií je zvýšení bělosti buď odstraněním všech barevných substancí a nežádoucích příměsí vláken, nebo jejich převedením na bezbarvou formu. Operace bělení tedy odstraňuje barevné substance, které nebyly odstraněny při vyvářce u přírodních vláken, nebo u syntetických vláken, kde mohou být obsaženy z jejich výroby. Bělení tedy neodstraňuje úplně příměsi.

Lze tedy rozlišit čtyři druhy bělení dle povahy procesu (povahy činidel):

- 1/ oxidační bělení - jež se používá pro textilie celulóзовého typu
- 2/ redukční bělení - používá se pro textilie tvořené vlákny živočišného původu
- 3/ optické zjasňování - založeno na principu fluorescence
- 4/ bělení UV zářením - prakticky nejstarší metoda bělení, založená na principu degradace barevných komponent zářením
- 5/ kombinace způsobů bělení - většinou se kombinuje oxidační nebo redukční způsob bělení s optickým zjasňováním, lze rovněž kombinovat např. bělení manganistanem draselným s dithioničitanem sodným

Procesem bělení se má dosáhnout při maximální smáčivosti a rychlosti nasákavosti, uspokojivé bělosti, hospodárnosti procesu, jakož i minimálního poškození vláken.

### 2.1 Oxidační bělení

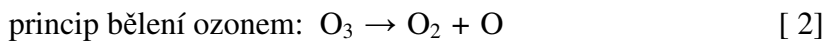
Bělení bavlny a jiných celulóзовých vláken se provádí oxidačním způsobem, a to buď pomocí aktivního chlóru, nebo pomocí aktivního kyslíku. Oxidační bělení poskytuje stálejší, resp. trvanlivější, barevné komponenty se rozštěpí v bezbarvé tak, že se vytvoří bezbarvé snadno vypratelné zplodiny. Tímto je zajištěna nevratnost barevného odstínu.

Z oxidačních činidel, jež jsou použitelná v praxi je nutné vyjmenovat tyto:

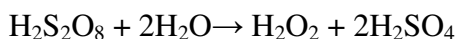
*Ozon, peroxid vodíku, peroxid sodíku, boritan sodný, manganistan draselný, chlór, kyselina chlorná, chlornany, respektive chlorové vápno a chlornan sodný, chloristan sodný, a organické deriváty aktivního chlóru jako např. p-toluensulfchloramid sodný.*

Rovnice vzniku a bělicí principy některých bělicích oxidačních činidel:

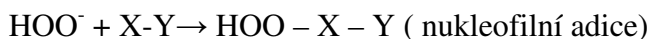
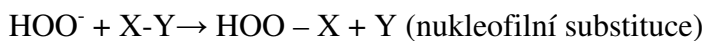
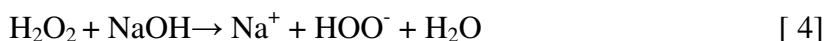
### 2.1.1 Bělení ozonem <sup>9)</sup>



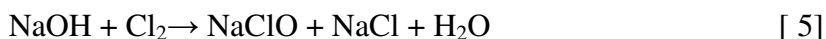
### 2.1.2 Bělení peroxidem <sup>5)</sup>



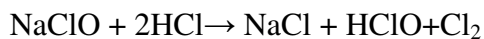
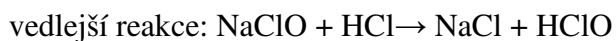
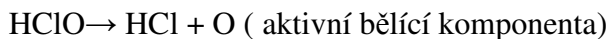
princip bělení peroxidem:<sup>7)</sup>



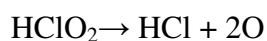
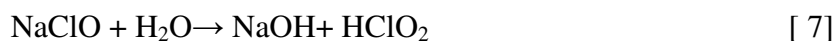
### 2.1.3 Bělení chlornanem <sup>7)</sup>



princip bělení chlornany:



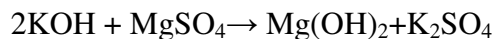
### 2.1.4 Bělení chloritany <sup>7)</sup>



### 2.1.5 Bělení manganistanem <sup>5)</sup>



princip bělení manganistanem:



Na průběh bělení mají vliv tyto podmínky:

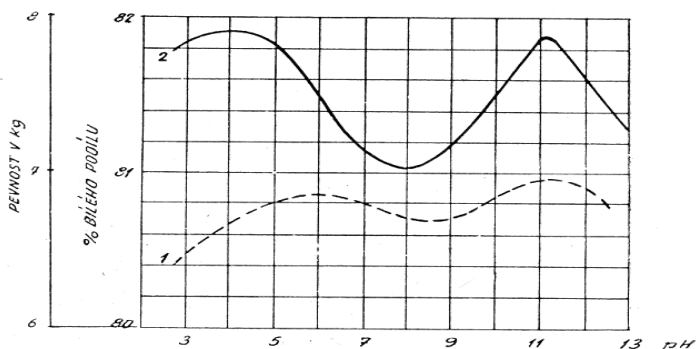
- *koncentrace aktivní složky*
- *hodnota pH*
- *teplota lázně*
- *dobu bělení*
- *stav běleného materiálu*

Pro výběr vhodné bělicí technologie je nutno brát v úvahu druh materiálu, požadovaný stupeň vybělení a poškození vláken.

#### 2.1.2.1 Chemie bělení bavlny peroxidem vodíku

Bělení peroxidem vodíku provádíme v lázni, jež je složena z vodného roztoku peroxidu vodíku, roztoku louhu jež zaručuje zásadité pH a stabilizátoru.

Samotný roztok peroxidu nemá žádné bělicí účinky. Je stálý, rozklad téměř vůbec neprobíhá. Rozklad však může nastat reakcí s kovy, zvláště těžkými a jejich sloučeninami. Chová se jako slabá kyselina kde  $K_{20}=1,78 \cdot 10^{-12}$ , což tedy znamená, že okyselením peroxidické lázně zastavíme rozklad a tím i bělení.

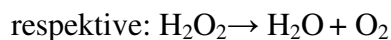
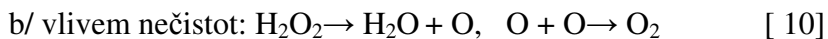
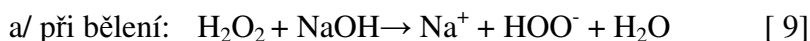


Obr.1 Stupeň vybělení a pevnost bavlněné příze bělené peroxidem vodíku při různých hodnotách pH.

křivka 1-pevnost v tahu, křivka 2- stupeň vybělení (% bílého podílu)

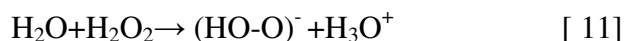
Rozklad peroxidu tedy regulujeme jednak úpravou pH lázně a jednak přidavkem stabilizátorů, jež zrovnoměňují rozklad v čase.

Rovnice rozkladu peroxidu vodíku: <sup>7)</sup>



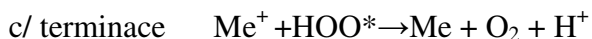
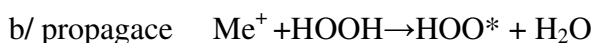
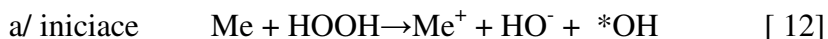
Peroxid vodíku v nedisociovaném stavu nemá bělicí účinky.

Disociace probíhá dle schématu:



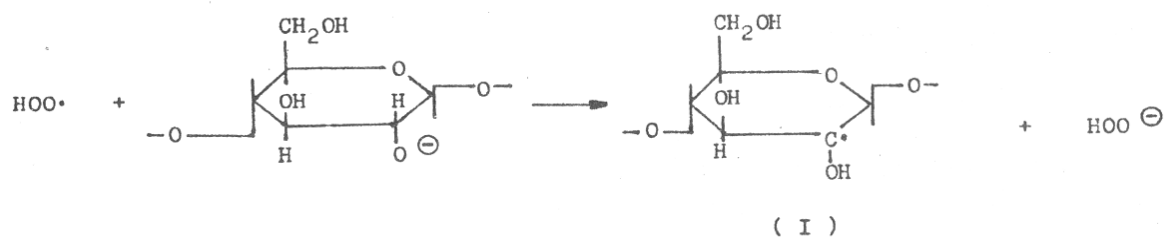
Peroxidové aniony však neoxidují celulózu. Peroxid vodíku má značnou aktivační energii vazby cca 210 kJ/mol a tuto nelze dosáhnout ani varem ve vodném roztoku. Homolytický (katalyzovaný) rozklad peroxidu vodíku, je možný za působení katalyzátorů - kovů nebo jejich iontů, jako například: Fe, Cu, Mn, Os, atd.

Tento proces lze popsat následovně:

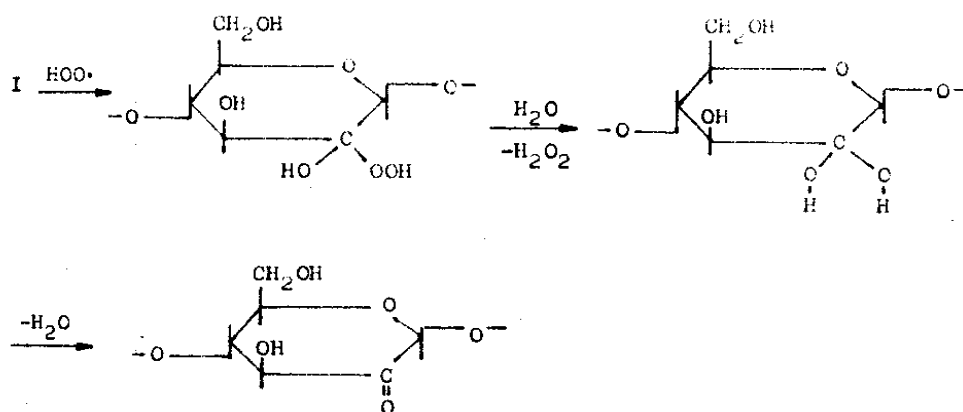


Hydrogenperoxidový radikál v rovnici 17b je silně agresivní pro molekulu nativní celulózy.

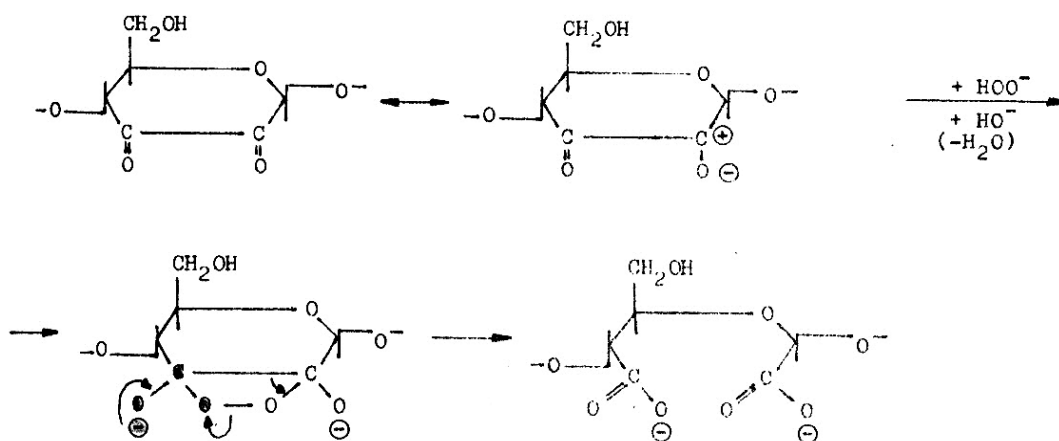
Reakce probíhá takto:



[ 13 ]



Naproti této skutečnosti stojí fakt, že hydrogenperoxidový iont neatakuje nativní celulózu. Celulózové vlákno poškozené předešlými předúpravami, tzn. že na nejreaktivnějších uhlíkových atomech (atomy č.2 a 3 glukopyranózového cyklu) existují karbonylové skupiny reagují i tímto iontem, a to takto:



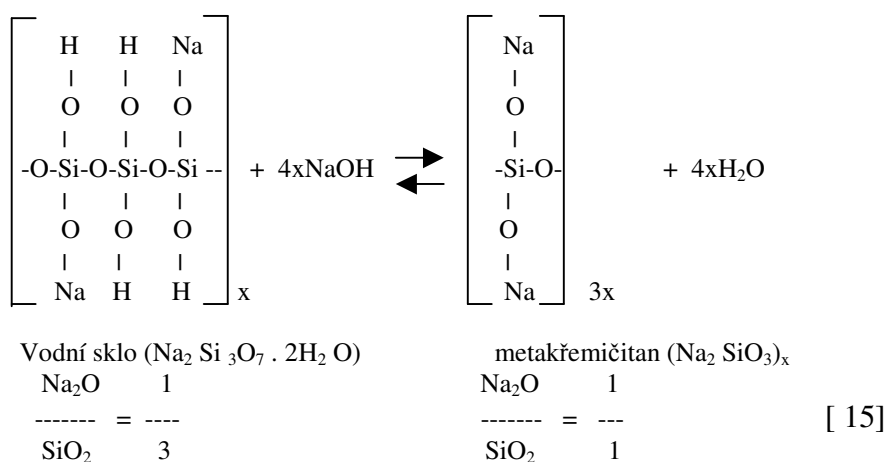
[ 14 ]

Pro zabezpečení správného bělení je důležité, aby lázeň byla aktivní a stabilní. Znamená to tedy, že v lázni musí být dostatečná koncentrace hydrogenperoxidových iontů po celou dobu bělicího procesu, a musí mít rovnoměrný časový průběh. K tomuto účelu se v bělicím peroxidovém procesu používají stabilizátory.

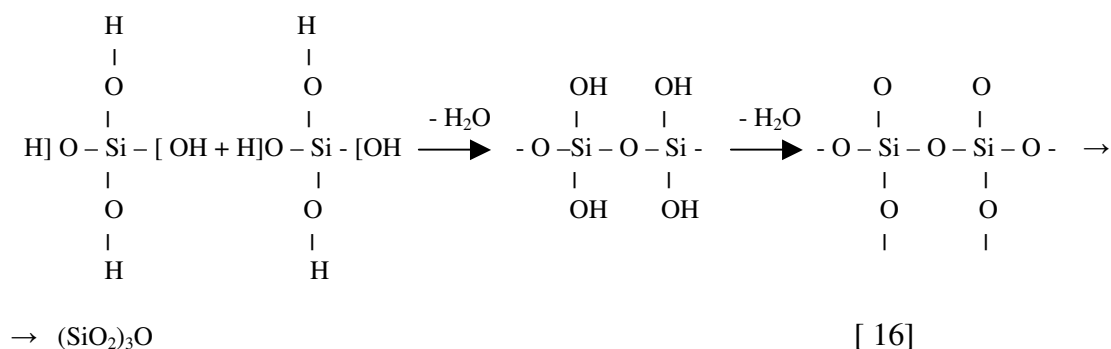
Stabilizátory mají tuto funkci: 1/ Stabilizují peroxid vodíku v soustavě.

2/ Potlačují tvorbu radikálu  $\text{HOO}^*$

Nejstarším prostředkem pro ochranu peroxidové lázně je „vodní sklo“. Vodní sklo převedené na metakřemičitan sodný udržuje alkalitu lázně. Svou porézní strukturou – mřížkou obklopují kationt Fe a tím blokuje tvorbu hydrogenperoxidových radikálů.



Hlavním nedostatkem je snadná dehydratace, a tím způsobená špatná rozpustnost ve vodě a vypratelnost.

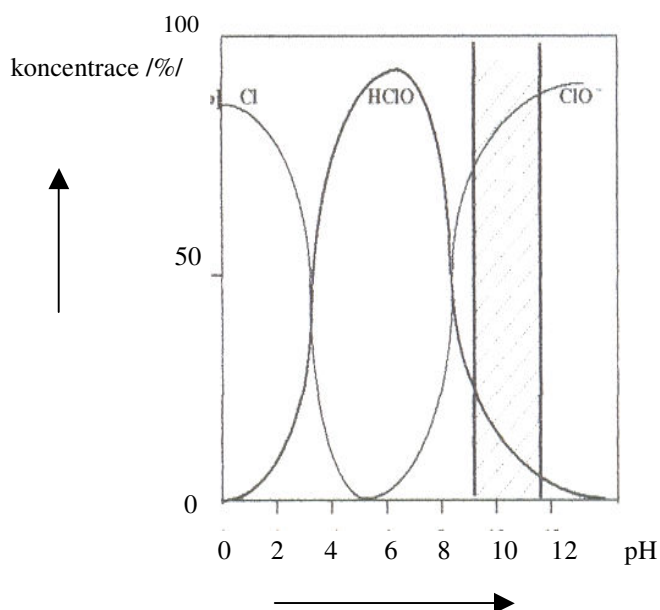


Dalšími možnými stabilizátory mohou být:

- 1/ komplexotvorné sloučeniny - polyaminokarboxylové a polyoxykarboxylové kyseliny
- 2/ dispergační prostředky - sulfonové a alkylsulfonové kyseliny, deriváty vyšších karboxylových kyselin
- 3/ org. sloučeniny jako tanin, amylosa, dextrin, želatina, bílkovinné deriváty
- 4/ anorg. látky - křemičitan hořečnatý, fosforečnan trisodný, hydrogenfosforečnan sodný

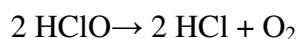
### 2.1.3.1 Chemie bělení bavlny chlornany <sup>7)</sup>

Nejčastější surovinou pro přípravu chlornanového bělení je chlornan sodný. Nejlepší rozmezí pH pro bělení je v intervalu od 10-11,5. Vzhledem k tomu, že HClO je slabou kyselinou, kde  $K_{20} = 3,7 \cdot 10^{-8}$ , není při tomto pH koncentrace  $\text{ClO}^-$  vysoká a bělení tak probíhá bez poškození. HClO je rovněž termicky nestabilní.



Obr.2 Složení chlornanové lázně v závislosti na pH.

Rovnice vystihující rozklad chlornanu sodného a vznik bělící komponenty :



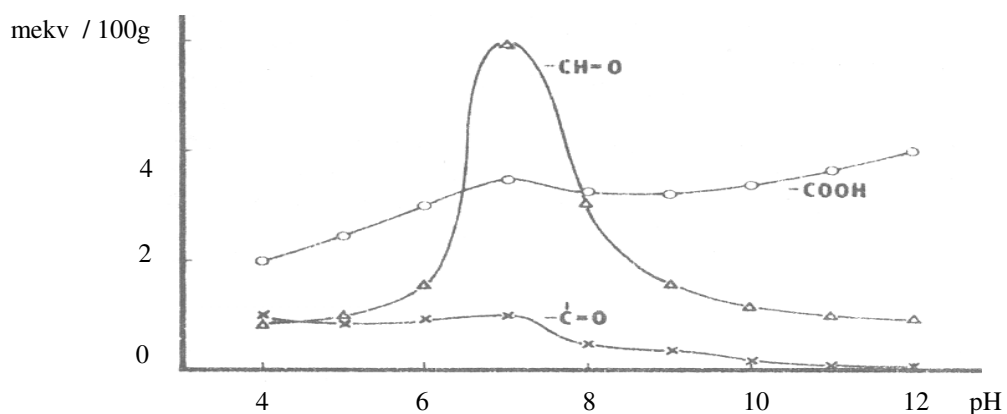
Pokud není v lázni udržováno pH a pH klesá, dochází k této reakci:



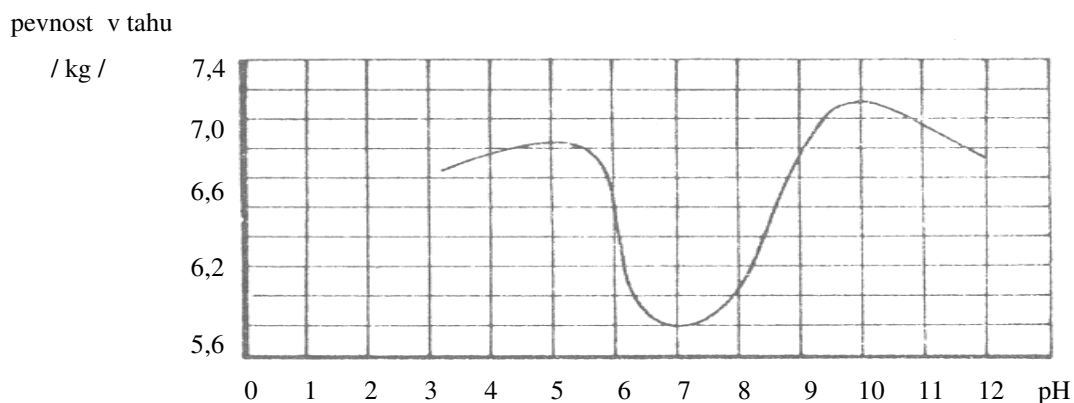
V oblasti vyšších teplot a vyšších koncentrací probíhá i disproportionace:



Vzhledem k tomu, že může probíhat v lázni chlorace a tím může být poškozeno vlákno, musí se provádět antichlorace, z důvodu odstranění zbytků lázně.



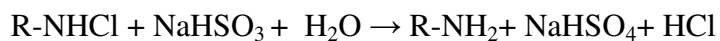
Obr.3 Vliv pH při bělení NaClO na tvorbu funkčních skupin v celulóze <sup>9)</sup>



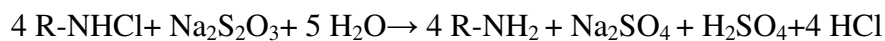
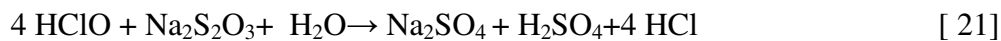
Obr.4 Pevnost bavlněné tkaniny v závislosti na pH při chlornanovém bělení <sup>9)</sup>

Pro odstranění zbytků aktivního chloru se používají v zásadě dvě reakce:

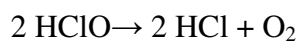
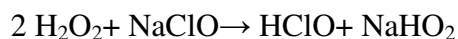
a/ za studena



b/ po předchozím okyselení HCl nebo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

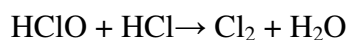


c/ peroxidem vodíku v alkalickém prostředí (dvoustupňové bělení)





Ke stanovení účinnosti roztoku NaClO (stanovení aktivního chloru) se nejčastěji používá nepřímá titrace:



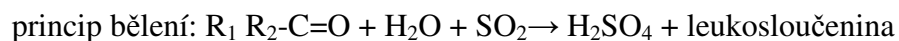
## 2.2 Redukční bělení<sup>5)</sup>

Pro vlákna živočišného původu využíváme převážně redukčního způsobu bělení, jež není tak trvanlivé jako bělení oxidační. Je to způsobeno bezbarvými leukosloučeninami redukovanými bělicími prostředky, které bývají těžce rozpustné ve vodě a tudíž těžce vypratelné. Zůstávají tedy ve vláknech a proto takto bělená vlákna mohou opět vzdušným kyslíkem oxidovat na barevnou formu.

K bělení v praxi lze použít tyto redukční prostředky:

*Oxid siřičitý, kyselina siřičitá, hydrogensiřičitan sodný, dithioničitan sodný.*

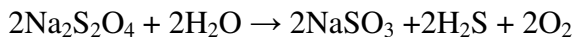
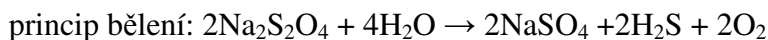
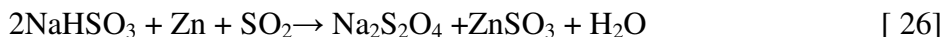
### 2.2.1 Bělení oxidem siřičitým<sup>20)</sup>



### 2.2.2 Bělení siřičitany<sup>20)</sup>



### 2.2.3 Bělení dithioničitanem sodným



Podmínky, jež mají vliv na bělení redukčním způsobem jsou tyto:

*hodnota pH*

*doba bělení*

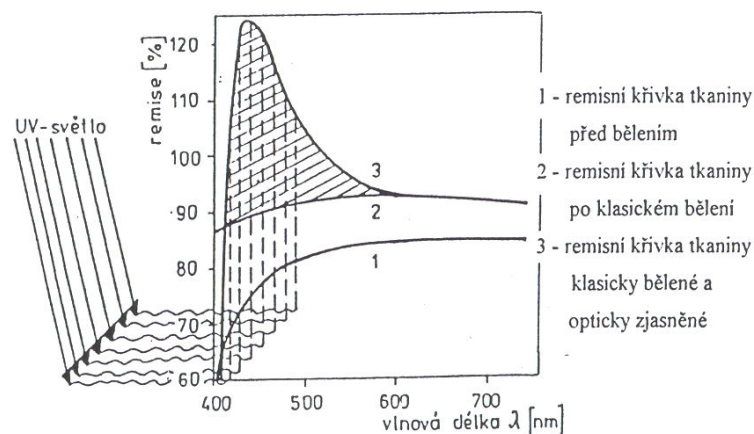
*koncentrace bělicího prostředku*

*poškození vláken*

Tento typ bělení vyžaduje velmi intenzivní praní, aby se zamezilo zpětnému žloutnutí textilie.

### 2.3 Optické zjasňování <sup>27)</sup>

Principem optického zjasňování je jev zvaný fluorescence. Naklocováním textilie látkou s opticky zjasňujícím účinkem dochází k absorpci UV záření ( $\lambda = 330\text{--}400\text{ nm}$ ) a jeho převodu na záření VIS v oblasti modrofialového světla ( $\lambda = 430\text{--}450\text{ nm}$ ). Takto vytvořená běl je vysoce brilantní. Efekt zjasnění se posuzuje objektivně nebo subjektivně. Přípravky, které se pro tyto účely používají musí být bezbarvé a dobře „zatahovatelne na vlákno“ a mít výbornou stálost ve vybarvení. Vyžaduje se i chemická odolnost, tzn. stálost v kyselinách a zásadách, stálost při praní a na světle. Přísady určené pro kombinované bělení musí mít odolnost vůči dané bělicí lázni. Na obrázku č.5 jsou patrné výsledky různých způsobů bělení textilií.



Obr. 5 Remisní křivky různě bělených textilií.

## 2.4 Bělení slunečním zářením

Účinkem slunečních paprsků na vlhká lněná vlákna se rozkládají přírodní barviva a vlákna se vybělí. Předpokládá se, že vlivem UV záření dochází ke vzniku peroxidu vodíku a tím vlastně dochází k bělení.

Rovnice vzniku peroxidu vodíku:



Rovněž je znám názor, že za přítomnosti UV záření a vlhkosti dochází k nevratné degradaci barevných sloučenin. I při tomto procesu však dochází ke vzniku zplodin celulózy, tzv. fotocelulózy, což je obdoba oxixelulózy vzniklá fotochemickou cestou a lze ji nalézt na povrchu vlákna.

Sluneční radiace je elektromagnetické záření, jehož spektrum před vstupem do atmosféry připomíná spektrum absolutně černého tělesa o povrchové teplotě 6000°K. Devadesát devět procent slunečního záření spadá do kategorie krátkovlnného záření (do 4 μm). Maximum spektrální funkce je určeno hodnotou  $\lambda = 0.475 \mu\text{m}$  (žlutozelená barva).

Solární radiace na vstupu do atmosféry: <sup>4)</sup>

Intenzita slunečního záření: Definuje se jako množství zářivé energie, které za jednotku času dopadá na jednotkovou plochu orientovanou kolmo ke slunečním paprskům na vstupu do atmosféry

$$I_o = I_* \frac{R_o^2}{R^2} \quad (1)$$

$I_*$  značí tzv. solární konstantu a  $R_o$  je střední vzdálenost Země od Slunce ( $1.5 \times 10^{11}$ ). Hodnota okamžité vzdálenosti  $R$  se liší od  $R_o$  jenom málo – maximálně o asi 3%. Solární konstanta je vypočtena ze vztahu:

$$I_* = \frac{3.865 \times 10^{26}}{4\pi(1.5 \times 10^{11})^2} = 1367 \text{ W/m}^2 \quad (2)$$

kde v čitateli je celková solární emise a ve jmenovateli plocha povrchu koule o poloměru  $R_o$ .

Insolace: je intenzita přímého slunečního záření dopadajícího za jednotku času kolmo na uvažovanou (libovolně nakloněnou) jednotkovou plochu

$$J_o = I_o \cos \beta \quad (3)$$

kde  $\beta$  je odchylka normály uvažované plochy od směru záření.

Průměrná insolace na vstupu do atmosféry je přibližně  $340 \text{ W/m}^2$ , což je jedna čtvrtina solární konstanty (poměr mezi plochou průmětu zeměkoule do roviny kolmé k přicházejícím paprskům a plochou povrchu zeměkoule).

Sluneční záření, které dopadá na zemský povrch, se skládá přibližně z 5 % ultrafialového záření, 50 % viditelného záření a z 45 % infračerveného záření. Spektrální složení a intenzita slunečního záření však značně kolísá. Závisí na ročním období a denní době, na znečištění atmosféry, na zeměpisné šířce, na nadmořské výšce atd. Rozhodující pro kvantitu a kvalitu záření na Zemi je především redukce ultrafialového záření ozónovou vrstvou stratosféry a pohlcování infračerveného záření

vodními parami. Ultrafialové spektrum na Zemi je tvořeno především UVA zářením (90 - 99 %) s delší vlnovou délkou cca 320 - 400 nm, a malou částí UVB záření (1 - 10 %) s kratší vlnovou délkou 290-320 nm, které má však větší energii. Intenzita ultrafialového záření se podstatně zesiluje odrazem od sněhu, ledovců, bílého písku, vodních ploch, a to až o 85 %. Nezanedbatelným faktorem je nadmořská výška, např. ve výšce 1500 m je intenzita asi o 20 % větší než na hladině moře. Oblaka absorbují méně UV záření než viditelného světla, takže při zatažené obloze se snižuje intenzita UV jen o 20 - 40 % oproti jasnému dni.<sup>29)</sup>

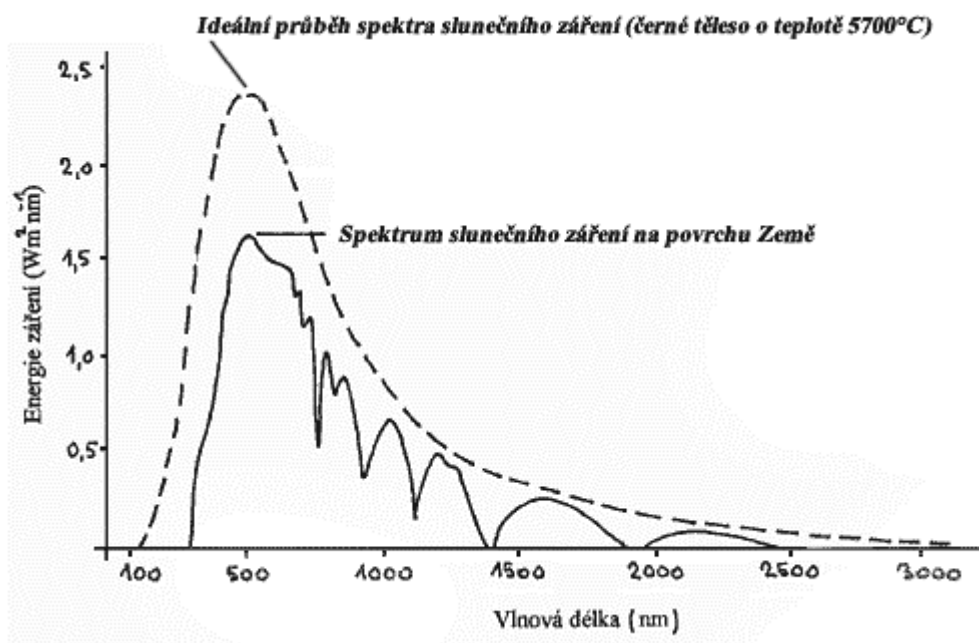
Celé elektromagnetické spektrum slunečního záření je složeno ze souboru vln plynule se měnících frekvencí. Viditelné světlo v něm tvoří jen nepatrnou část (cca 400 - 780 nm). Oko vnímá tuto vlnovou oblast jako spektrum barev od fialové přes modrou, zelenou, žlutou, oranžovou až k červené. Viditelné světlo vyvolává zrakový vjem a je bezpodmínečně nutným prostředkem k získání zrakové informace o vnějším světě. *Delší vlnové délky* přísluší infračervenému záření, dále mikrovlnám, televizním a radiovým vlnám. Naopak *kratší vlnové délky* má ultrafialové, rentgenové a gama záření.

Sluneční záření s vlnovou délkou zhruba 780 nm- 106 µm, které má charakter infračerveného záření, vnímá člověk převážně povrchem těla ve formě působení tepla. Toto záření proniká do pokožky a svalů, způsobuje lepší prokrvení.

Sluneční záření s vlnovou délkou menší než 400 nm patří do oblasti ultrafialového záření.

Podle účinků na biologické systémy se konvenčně dělí na pásma:<sup>30)</sup>

- dlouhovlnné UVA záření..... 315 - 400 nm
- středněvlnné UVB záření..... 280 - 315 nm
- krátkovlnné UVC záření..... 100 - 280 nm
- vakuové záření (UVD)..... 10 - 100 nm



Obr.6 Závislost energie slunečního záření na vlnové délce( Walley,1960).<sup>30)</sup>

Účinnou složkou světelného záření je UV složka. Je známo, že UV záření katalyzuje řadu reakcí jako např. při výrobě benzoylchloridu. Rovněž tak je známo poškození kůže vlivem UV záření při expozici. Lze se tedy domnívat, že obdobně bude UV záření působit i u bělení textilií. Předpokládá se, že vlivem UV záření dochází ke vzniku peroxidu vodíku a tím vlastně dochází k bělení.

### 3.1 Kvalitativní metody

#### 3.1.1 Kvalitativní metody mechanické a optické

Jedná se tedy především o stanovení poškození pouhým okem, kdy je možné rozlišit taková poškození v podobě děr, nebo zeslabených míst, nebo značné odchylky barevného odstínu výrobku. Extrémní situace, která může nastat, je situace kdy se textilie nebo příze úplně rozpadá. Mezi metody stanovení poškození vláken patří i mikroskopie, kdy lze zjistit poškození jemnějšího rázu, a touto metodou je také možné rozlišení způsobu poškození (chemické nebo mechanické).

Rovněž můžeme stanovit alespoň řádově pevnost textilie nebo příze, abychom alespoň zhruba zjistili, jak hodně je vlákno poškozeno.

#### 3.1.2 Kvalitativní metody chemické

Z hlediska chemického se jedná o důkazové reakce, kdy lze identifikovat hydrocelulózu nebo oxixelulózu. Tyto lze produkty celulózy dokazovat hromadně bez dalšího nároku na rozlišení, nebo každou samostatně. Hydrocelulózu a oxixelulózu lze dokázat vedle sebe např. 10% roztokem  $\text{AgNO}_3$ . Hydrocelulózu lze dokazovat reakcí s např. Fehlingovými roztoky, nebo Berlínskou modří a nebo fenyldiazinchlorhydrátem. Naproti tomu oxixelulózu je možné dokázat známou reakcí s metylénovou modří nebo reakcí s  $\text{PbCl}_2$  nebo  $\text{SnCl}_2$  v kyselém prostředí a zjasněním alizarinovým lakem. Také může posloužit reakce s košenilou a nebo aromatickými aminy a reakce s Nesekeřovým činidlem. U bavlněných vláken a textilií je možné orientační zkouškou rozlišit, zda chemické poškození bylo vyvoláno látkou kyselého charakteru. Při porušení látkou kyselé povahy vlákno silně bobtná v roztoku  $\text{Na}_2\text{ZnO}_2$ . Chemické porušení vlivem bělení peroxidem nebo chlornanem lze určit bobtnací zkouškou. Obdobou je bobtnací zkouška dle ČSN 50 02 80 - zjišťování bobtnací schopnosti celulóзовých archů. Zatím co poškozená vlákna bobtnají v celé délce, nepoškozená pouze na okrajích. Pro důkaz fotocelulózy lze použít vybarvení přímou modří. K indikaci pro urychlení rozlišení typu poškození může být vodný výluh, jež je zpracováván vhodnými prostředky (lakmusový papírek, universální indikátorový papírek, jodový papírek), nebo důkazovými reakcemi na kationy a anionty,

může indikovat druh látky mající vliv na poškození, jako např. kationy Al, Mg, Zn a nebo anionty chloridovými.

## **3.2 Kvantitativní metody**

### **3.2.1 Kvantitativní mechanické metody poškození**

Tato oblast kvantitativní analýzy poškození celulóзовých vláken je zastoupena stanovením pevnosti příze nebo textilie a srovnáním se standardem, tzn. s přízí nebo textilií nepoškozenou.



### **3.2.2 Kvantitativní metody chemické analýzy poškození vláken**

Zde můžeme rozlišit metody fyzikálně-chemické a ryze chemické.

#### **3.2.2.1 Kvantitativní metody fyzikálně- chemické analýzy poškození vláken**

##### **3.2.2.1.1 Stanovení polymeračního stupně**

Tyto metody spočívají v rozpuštění celulózy ve vhodném rozpouštědle např. kuoxamu dle ČSN 80 06 01 a nebo v komplexu FeTNa dle DIN 54270 a stanovení PPS celulózy jako porovnání viskozit roztoku rozpouštědla a roztoku celulózy. Je možné použít i jiné rozpouštědla jako například cadoxen nebo kuprietylendiamin.

##### **3.2.2.1.2 Stanovení rozpustnosti**

Tato metoda je založena na rozpustnosti poškozených vláken v 17,5% roztoku NaOH např. dle ČSN 50 02 61 jako vážkové stanovení nerozpustného podílu tzv.  $\alpha$ -celulózy. Tento nerozpustný podíl do jisté míry určuje poškození celulózy. Můžeme rozlišení ještě zjemnit tím, že zavedeme pojmy  $\beta$ -celulóza a  $\gamma$ -celulóza (stanovením těchto produktů se zabývá norma ČSN 50 02 61). Existuje mnoho dalších metod zkoušení rozpustnosti v závislosti na koncentracích hydroxidu draselného.

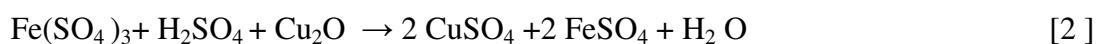
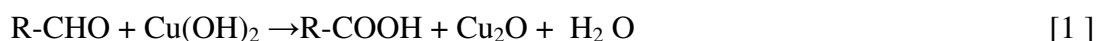
#### **3.2.2.2 Kvantitativní metody chemické analýzy poškození vláken <sup>26)</sup>**

##### **3.2.2.2.1 Číslo mědi**

Jako zástupce těchto metod lze uvést stanovení čísla mědi. Toto číslo vyjadřuje množství mědi, které je vyredukováno 100g absolutně vysušeného materiálu. Oxidovaná celulóza obsahuje karboxylové skupiny jež reakcí s  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  poskytují

Cu<sub>2</sub>O. Oxid je pak zpětně titrován. Tento způsob stanovení však poskytuje souhrnné číslo, totiž oxixelulózu a hydrocelulózu. Stanovení čísla mědi poskytuje jiné hodnoty pro celulózu zpracovávanou v alkáliích a jiné hodnoty pro celulózu zpracovávanou v kyselinách. Není vhodný pro alkalicky poškozenou celulózu. ČSN 50 02 75 popisuje stanovení čísla mědi v buničině. ČSN 80 08 11 popisuje stanovení poškození lněných vláken pomocí čísla mědi. Velmi čistá celulóza má číslo mědi mezi 0,1-0,2, celulóza běžné čistoty má hodnotu mezi 0,2-0,3.

Průběh stanovení popisují tyto rovnice:



$$\text{číslo mědi} = 0,636 \cdot n / a$$

kde n = spotřebované množství 1/10 M roztoku KMnO<sub>4</sub> (spotřeba v ml)

a = navážka suchého materiálu (množství vzaté do práce v g)

#### 3.2.2.2.2 Číslo stříbra

Číslo stříbra je další metodou zkoušení poškození vláken. Metoda je selektivní a vyjadřuje pouze množství oxixelulózy ve 100g vláken. Činidlem je dusičnan stříbrný.

#### 3.2.2.2.3 Manganistanové číslo

Principem je stanovení spotřeby 1/10 M roztoku KMnO<sub>4</sub> potřebného k oxidaci vyvářky z 1 g běleného materiálu. Jedná se tedy o degradované rozpustné podíly, jež vznikly během zpracování celulózy.

#### 3.2.2.2.4 Karbonylové číslo

Toto číslo udává množství aldehydických a ketonických skupin (-CO a -CHO) na 1g celulózy. Jako činidlo se používá hydroxylaminchlorhydrát. Reakce probíhá dle schématu:

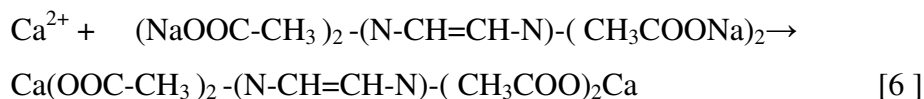
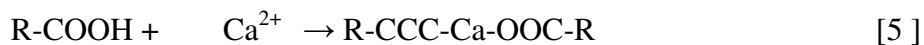


Činidlo se vyrábí s analytickou přesností a po oxidaci se zpětně stanoví přebytek 1/10M HCl. Po srovnání se slepým pokusem lze vypočítat obsah karbonylových skupin.

### 3.2.2.2.5 Obsah karboxylových skupin <sup>14)</sup>

Pokud se požaduje zjištění obsahu karboxylových skupin v oxixelulóze byla vypracována metoda stanovení neutralizací ionty  $\text{Ca}^{2+}$  v přebytku činidla a následně zpětnou titrací těchto iontů Chelatonem 3 na Eriochromovou čern T.

Rovnice reakce:



Také jsou známy metody stanovení karboxylových skupin suchým zahříváním při definované teplotě v evakuované nádobě. <sup>31)</sup> Tato metoda byla vyvinuta ve spojení s kontrolou poloproduktu polyanhydroglukuronové kyseliny, jejíž výroba běží dle rovnice uvedené v kapitole 1.4.3.2. Přítomnost karbonylových skupin tuto metodu předurčuje pouze pro tento produkt.

#### **4. Experimentální část**

V experimentální části bakalářské práce nalezneme seznam chemikálií, popis textilního materiálu, popis přístrojů a jednotlivých měřících technik, ale také popis předúprav, popis srovnávacích a vlastních experimentálních metod, a vlastní výsledky.

##### **4.1 seznam použitých chemikálií <sup>15)</sup>**

$\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  - p.a., Lachema Brno, X<sub>i</sub>, N, Mr = 249,69

$\text{NH}_3$  - p.a. , 25% vodný roztok, Lachema Brno, C, Mr = 17,03

CuCl - ch.č., Lachema Brno, X<sub>i</sub>, Mr = 98,99

3/ rezná textilie, kepr – vazba K 2/1 s dostavou [1cm x 1cm] 33/19, materiál bavlna - mako, osnovní příze AC s jemností 50 tex, útková příze AC s jemností 35,5 tex, plošná hmotnost 235 g/m<sup>2</sup>, vzorky jsou v práci dále označovány jako **1k**.

#### **4.3 Použité měřicí přístroje**

1/ zdroj UV záření, N 36K, v.č. 598 1006, P = 4x6 W, výrobce Laborgeräte und Ultraviolet-strahler, D- 69 168 Wiesbach

2/ zdroj UV záření PHILIPS, typ HB 311, P= 6x20 W, UV typ 3B,

3/ viskozimetr HAAKE VT 550, těleso MV 1,

4/ spektrometr UV VIS 916 GBC, r.v. 1996

5/ trhací zařízení UTS Test Systeme, výrobce Stiefelmayer Prüftechnik, r.v. 2000,

#### **4.4 Přípravné práce a předúprava vzorků**

Plošné textilie popsané v článku 4.2. bylo nutné odšlichtovat pro snadnější a rovnoměrnější průnik chemikálií při bělení. Šlichta byla identifikována jako škrobová pomocí jodidového roztoku a jodu. Modré zabarvení identifikovalo šlichtu.

Odšlichtování se provádělo dle tohoto pracovního postupu:

2 - 4 g/l Texamylu NU

0,5 - 1 g/l Slovafolu 909

1 g/l NaCl

úprava pH = 6 – 7, délka lázně 1:100, působení lázně 15 min při 90°C.

skutečná násada:

150 g textilního materiálu tzn. 15l lázně

60 g/l Texamylu NU

15 g/l Slovafolu 909

15 g/l NaCl

pH bylo upraveno pomocí universálního papírku a roztoku  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  na  $\text{pH}=7$ .

Doba odšlichtování 15 min .

Po odšlichtování byla provedena opět zkouška roztokem jodu v jodidu draselném. Zabarvení reakce bylo žluté, tudíž tkaniny byly zbaveny šlichty. Následně byly textilie nastříhány na vzorky o rozměru 10x20 cm.

#### **4.5 Standardní metody bělení**

##### **4.5.1 Pracovní návod pro bělení peroxidem vodíku**

Bělící lázeň obsahuje:

20 ml/l 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$

20 ml/l  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{NaOH}$

0,5 - 1 g/l Retadonu A

0,2 - 0,5 g/l Spolionu 8

5 ml/l Slovatonu O

$\text{pH} = 10 - 12$ , délka lázně 1.50, praní v horké a studené vodě

skutečná násada:

23 g textilního materiálu, tzn. 1,15 l lázně

12 g Spolionu 8

115 g Slovatonu O

23 g Retardon A

23 ml  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot \text{NaOH}$

Byly připraveny tři koncentrační série peroxidových lázní a k dispozici byl 24% vodný roztok  $\text{H}_2\text{O}_2$ , tzn. že k výše uvedenému základu byly přidány tyto koncentrace peroxidu vodíku:

a/ 14,4 ml 24%  $\text{H}_2\text{O}_2$  koncentrace 10ml/l 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$

b/ 28,75 ml 24%  $\text{H}_2\text{O}_2$  koncentrace 20ml/l 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$

c/ 43,13 ml 24%  $\text{H}_2\text{O}_2$  koncentrace 30ml/l 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$

alkalita byla upravena na  $\text{pH}=11$ .

#### 4.5.2 Příprava lázně pro bělení pařením

Byla připravena lázeň pro klocování textilního materiálu s koncentrací 20 ml/l 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$ , z důvodu přípravy bělené textilie pařením dle receptu v oddíle 4.4.1. Paření proběhlo ve dvou sériích a těchto podmínkách:

1/ aplikace při 110°C a 10min působení

2/ aplikace při 100°C a 30 min působení

#### 4.5.3 Pracovní návod pro bělení chlornanem sodným

Bělící lázeň obsahuje:

2 - 4 g/l aktivního chlóru

3 - 6 g/l  $\text{Na}_2\text{CO}_3$

0,3 - 5 g/l Alfonalu K

délka lázně 1:100,  $\text{pH}=10-11$ ,  $t=20-25^\circ\text{C}$ , vytvořena časová řada 30', 60', 90'

Po procesu propláchneme studenou vodou a neutralizujeme v lázni obsahující 3 g/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Antichlorace nebyla prováděna.

skutečná násada:

byla zjištěna hustota roztoku  $\text{NaClO}$  a koncentrace aktivního Cl dle tabulek.

$\text{P}(\text{NaClO})=1,224 \text{ g/m}^3 \rightarrow 159 \text{ g/l}$  aktivního chlóru,

materiál 1p a 2p a 1k byl bělen současně

násada pro materiál 1p a 2p a 1k:

7,9 g textilního materiálu tzn. 790 ml lázně

14,9 ml roztoku  $\text{NaClO}$



4,8 g             $\text{Na}_2\text{CO}_3$

1 g             Alfonalu K

alkalita lázně byla upravena na  $\text{pH} = 11$

Neutralizace po bělení byla provedena ve vodném roztoku o obsahu 3 g/l  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Bělení pomocí  $\text{NaClO}$  bylo provedeno jako časová řada 30', 60', 90' pro jednotlivé druhy textilií.

#### 4.6 Srovnávací metoda bělení vlivem slunečního záření

Bělení účinkem slunečního záření bylo provedeno v Jaroměři dne 8. dubna 2007 v době od 11 do 18 hod., a dne 9. dubna 2007 od 9,00 hod do 19,00 hod. Každou hodinu při odečtu intenzity bylo prováděno kropení textilií.

#### 4.7 Bělení různými zdroji UV záření

Bělení bylo provedeno na dvou typech zdrojů v různých časových intervalech a v kombinaci s různými chemikáliemi včetně vody. Při použití chemikálií a vody byl vzorek klocován a následně odmačknut. Vzorky s plátňovou vazbou byly domáčkнутy na obsah vody 200% a vzorky s keprovou vazbou na obsah vody 100% hmotnosti suchého vzorku. Bělení bylo provedeno při laboratorní teplotě. Při měření na přístroji č. 1, který byl osazen čtyřmi výbojkami o stejném výkonu a vlnové délce a tyto byly kryty modrým sklem, pro pohlcení viditelné části spektra. Bylo osvětlováno těmito výbojkami zaznamenanými v tabulce č. 1.

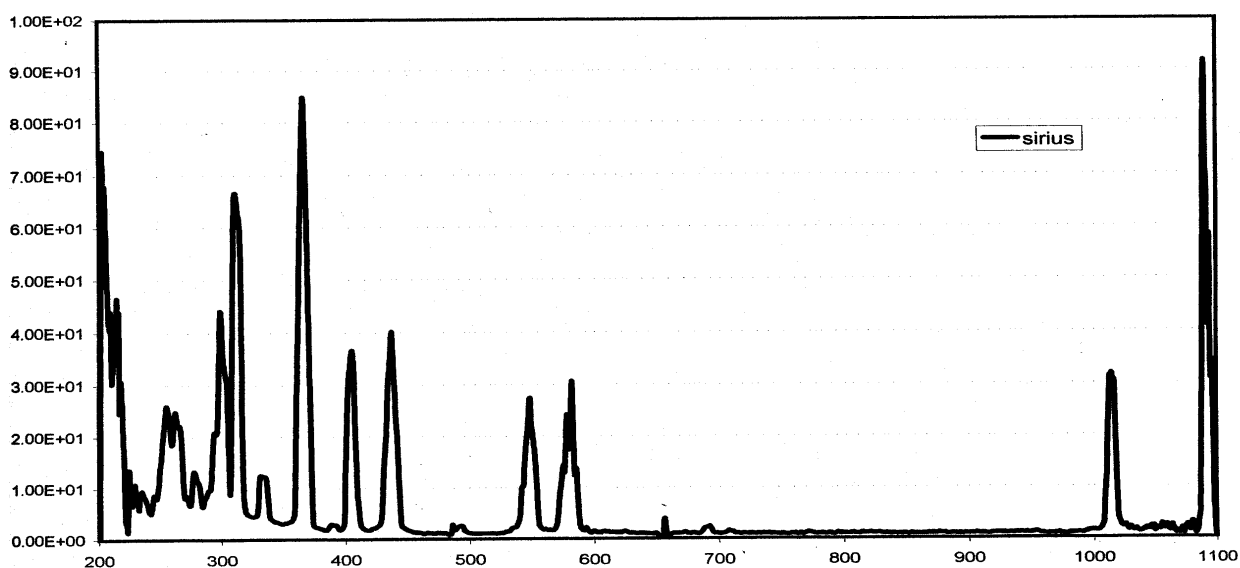
Tabulka 1: <sup>32)</sup>

číslo	Model	Vlnová délka [ nm ]	Výkon [ W ]	Intenzita [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]*
1	VL - 6.L	365	6	7
2	VL - 6.C	254	6	7,1
3	VL - 6.M	312	6	6,8

\* měřeno ve vzdálenosti 0,15m, intenzita je uváděna jako celková

Vzhledem k tomu, že UV záření tvoří 6% intenzity a u zemského povrchu je vypočtená intenzita slunečního záření ze solární konstanty  $340 \text{ W/m}^2$  je intenzita UV záření  $20,4 \text{ W/m}^2$ .

Při měření přístrojem č. 2 byly použity výbojky o výkonu 20 W s úhrnným výkonem 120W se spektrálním rozsahem UVB tzn. 280-315 nm.



Graf č.1: Závislost vlnových délek a výkonu zářivky přístroje PHILIPS HB 311/A.

( na svislé ose je vynesen výkon ve W a na podélné ose vlnová délka v nm.)

#### 4.8 Měření běli

Vzorky byly po expozici usušeny, v případě použití chemikálií byly vyprány a lehce přežehlány. Australský přístroj UV VIS GBC je dvoupaprskový přístroj s možností použití v Lab souřadnicích ve vlnových délkách od 360 do 800 nm. Pro měření bylo použito denního světla definovaného jako D65 a úhlu pohledu normálního pozorovatele

tj. 2°. Bělost dle Bergmana byla stanovena výpočtem ze souřadnic  $x, y, z$  pomocí vzorce:

$$W = y + 3,452 z - 3,908x$$

#### 4.9 Měření pevnosti

Měření pevnosti proběhlo dle normy ASTM D 5035-95, validované v roce 2003. Vzorek byl nastříhán na šíři 5 cm a délku 15 cm. Poté byl vypárán na šíři 2,5 cm. Temperace vzorku v délce 24 hod. proběhla při 20°C a 65% vlhkosti dle normy ČSN EN 20 139 – Textilie - normální ovzduší pro klimatizování a zkoušení. Rozteč pneumatických čelistí byla v délce 7,5 cm. Předpětí vzorku bylo nastaveno na 2 N a rychlost posuvu byla zvolena 305 mm/ min. Norma ASTM byla zvolena z toho důvodu, jelikož nebylo možné exponovat UV zářením větší vzorek.

#### 4.10 Měření viskozity

Roztoky chemikálií pro stanovení viskozity byly připraveny dle ČSN 80 06 01 - stanovení PPS celulózových vláken, a to takto:

a/ příprava kuoxamu:

160 g  $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$  p.a. se rozpustí v 800 ml destilované vody a přidá se 880ml 25% amoniaku. Doplníme po rysku ve 2000 ml odměrné baňce destilovanou vodou.

b/ příprava hydroxidu draselného:

200 g NaOH rozpustíme v 800 ml vody

c/ příprava textilního materiálu:

Pro dobré rozpouštění textilního materiálu je vhodné materiál roztřepit a nastříhat a jemně rozcupovat.

d/ příprava celulózového roztoku:

0,6 g CuCl a 50 ml kuoxamu se třepe do rozpuštění. Vloží se vlákenný materiál o hmotnosti 25 mg a po smočení se přidají 4 ml roztoku NaOH. Následně se celulóзовým roztokem třepe do úplného rozpuštění.

e/ změříme viskozitu

f/ vypočteme PPS dle vzorců :

1/ výpočet měrné viskozity:  $\eta_r = \eta/\eta_0 - 1$

$\eta_r$  - relativní viskozita

$\eta$  - viskozita celulóзовého roztoku

$\eta_0$  - viskozita rozpouštědla

2/ výpočet PPS

$PPS = a/c$

c = koncentrace celulózy v roztoku udávaná v g/100 ml

$a = \eta_r / 1 + 0,28 \eta_r \cdot 10^3 / 6,1$

#### 4.11 Stanovení $\alpha$ -celulózy

V práci byla použita metodika dle normy GOST 6840-54, z důvodu nemožnosti získání absolutně suché celulózy.

Metoda stanovení se provádí takto:

3g celulózy postupně zalejeme 45 ml temperovaného 17,5% roztoku NaOH:

1/ nejprve přilijeme 15 ml a 2-3 min mícháme

2/ přilijeme 30 ml a 1 min mícháme

3/ necháme 45 min odstát

4/ přilijeme 45 ml 20°C ( s tolerancí 0,2°C) teplé vody, mícháme 2 min

5/ odfiltrujeme a promyjeme rychle 9,5% roztokem NaOH

6/ promyjeme vodou do ztráty alkalické reakce (fenolftaleinový papírek), vysušíme a zvážíme

%  $\alpha$ -celulózy = hmotnost vysušeného vzorku / navážka

ve vztahu je nutno počítat se suchou celulózou

## 5. Výsledky měření

### 5.1 Expozice přístrojem č.1

Klíč: První číslice a následující písmeno označuje materiál viz kap. 4.2., písmena u označují dle počtu vlnovou délku světla, (kde u=254 nm, uu=312 nm, uuu=365 nm). Poslední číslice označuje dobu působení v minutách.

#### 5.1.1 Plátno 1p, doba působení 30 min, vodné prostředí

Tab.1:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1pu30	87,326	0,184	11,209	67,256	70,673	63,32	26,417192
1puu30	86,18	0,222	10,403	65,061	68,348	61,999	28,11016
1puuu30	85,84	0,78	10,534	64,659	67,668	61,197	26,232672
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784

Tab.2:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1pu30	100,063	12,395
1puu30	109,512	10,669
1puuu30	115,275	13,733
1pstandard	104,675	7,726

#### 5.1.2 Plátno 2p, doba působení 30 min, voda

Tab.3:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
2pu30	87,324	0,038	10,225	67,187	70,67	64,443	30,56044
2puu30	85,455	0,45	10,546	63,787	66,904	60,449	26,294352
2puuu30	86,949	1,004	10,852	66,893	69,903	62,989	25,923184
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272

Tab.4:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
2pu30	120,175	13,465
2puu30	108,75	15,07
2puuu30	126,325	14,147
2pstandard	109,925	7,325

### 5.1.3 Kepr 1p, doba působení 30 min, voda

Tab.5:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1ku30	87,968	0,78	10,043	68,791	72	65,943	30,800008
1kuu30	88,579	1,088	10,208	70,152	73,276	66,988	30,36456
1kuuu30	88,662	1,227	9,948	70,384	73,45	67,464	31,275056
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.6:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1ku30	721,55	33,398
1kuu30	788,462	35,939
1kuuu30	668,25	32,862
1kstandard	779,888	28,582

## 5.2 Expozice přístrojem Philips

Klíč: První číslice a následující písmeno označuje materiál viz kap. 4.2, další písmeno označuje chemické vlivy a poslední číslo je doba expozice.

### 5.2.1.1 Přístroj Philips, doba působení 30 min, klocování v 1% suspenzi TiO<sub>2</sub> (Vliv TiO<sub>2</sub> byl zkouán z důvodu možné katalýzy bělicího procesu).

Tab.7:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1pt30	90,745	0,475	7,098	74,293	77,922	75,402	47,87266
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784
2pt30	90,377	0,564	7,687	73,571	77,12	73,849	44,53128
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272
1kt30	92,352	0,665	7,167	77,79	81,495	78,908	49,882096

Tab.8:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1pt30	137,325	14,134
1pstandard	104,675	7,726
2pt30	157,375	16,007
2pstandard	109,925	7,325
1kt30	723,975	34,468
1kstandard	779,888	28,582

**5.2.1.2 Přístroj Philips, doba působení 30 min, klocování v 3% roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**  
(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> byl zkoumán z důvodu možného spolupůsobení při bělení)

Tab.9:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1ptu30	87,255	0,789	10,051	67,392	70,528	64,506	29,834776
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784
2ptu30	87,369	1,037	10,337	67,728	70,762	64,403	28,400132
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272
1ktu30	88,324	1,573	10,402	69,867	72,741	66,241	28,364696
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.10:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1ptu30	113,338	13,746
1pstandard	104,675	7,726
2ptu30	146,45	16,007
2pstandard	109,925	7,325
1ktu30	794,775	36,608
1kstandard	779,888	28,582

**5.2.2.1 Plátno 1P, přístroj Philips, doba působení 120 min, voda**

Klíč: První číslice a následující písmeno označuje materiál viz kap. 4.2., následující trojčíslí dobu expozice a předposlední písmeno chemické podmínky ( v-voda, s-soda, t-titan. Běloba). Číslice za písmenem je pořadí v serii.

Tab.11:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1p120v	86,991	0,295	9,85	66,654	69,988	64,214	31,170896
1p120v1	87,732	0,266	9,122	68,088	71,509	66,544	35,130984
1p120v2	86,795	0,347	9,203	66,298	69,589	64,569	33,388604
Průměr							33,230094
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784

Tab.12:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1p120v	110,313	12,141
1p120v1	105,95	14,147
1p120v2	105,688	13,866
Průměr	107,317	13,384
1pstandard	104,675	7,726

Tab.13:

Vzorek	% α-celulózy	η / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
Pr.vzorek	91,15	4,12	2969



1pstandard	99,57	4,1	2796
------------	-------	-----	------

### 5.2.2.2 Plátno 2P, přístroj Philips, doba působení 120 min, voda

Tab.14:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
2p120v	87,246	0,51	9,766	67,247	70,509	64,817	31,456008
2p120v1	87,877	0,38	9,677	68,427	71,81	66,187	32,874808
2p120v2	87,072	0,353	9,225	66,837	70,152	65,096	33,664396
Průměr							32,665070
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272

Tab.15:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
2p120v	115,487	16,676
2p120v1	117,663	15,994
2p120v2	124,525	15,07
Průměr	119,225	15,913
2pstandard	109,925	7,325

Tab.16:

Vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ $10^{-3}$	PPS
Pr. vzorek	97,36	3,89	946
2pstandard	97,74	4,155	3271

### 5.2.2.3 Kepr 1K, přístroj Philips, doba působení 120 min, voda

Tab.17:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1k120v	89,292	1,128	10,294	71,612	74,785	68,347	30,859148
1k120v1	87,894	0,599	9,047	68,561	71,845	66,964	35,06834
1k120v2	89,782	0,891	9,596	72,501	75,836	70,211	34,870464
Průměr							33,599324
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.18:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1k120v	744,162	34,587
1k120v1	694,547	35,217
1k120v2	714,545	31,525
Průměr	717,751	33,776
1kstandard	779,888	28,582

Tab.19:

Vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ $10^{-3}$	PPS
Pr. vzorek	96,93	4,28	4338
1kstandard	94,77	4,26	4168

**5.2.2.4 Plátno 1P, přístroj Philips, doba působení 120 min,  
klocování v 1% suspenzi TiO<sub>2</sub>**

Tab.20:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1p120t	89,692	0,432	7,798	72,098	75,64	72,231	43,22243
1p120t1	90,485	0,686	7,722	73,854	77,355	74,039	44,3162
1p120t2	89,941	0,571	7,641	72,676	76,177	72,963	44,02747
Průměr							43,85536
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784

Tab.21:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1p120t	138,975	12,943
1p120t1	135,013	16,421
1p120t2	144,37	15,485
Průměr	139,453	14,949
1pstandard	104,675	7,726

Tab.22:

Vzorek	% α-celulózy	η / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
Pr. vzorek	93,69	4,23	3913
1pstandart	99,57	4,1	2796

**5.2.2.4 Plátno 2P, přístroj Philips, doba působení 120 min,  
klocování v 1% suspenzi TiO<sub>2</sub>**

Tab.23:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
2p120t	89,929	0,631	7,609	72,678	76,149	72,976	44,3653
2p120t1	88,721	0,412	7,113	70,122	73,575	71,011	44,6682
2p120t2	88,824	0,442	7,309	70,854	72,135	72,566	44,023
Průměr							44,243
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272

Tab.24:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
2p120t	119,375	14
2p120t1	110,5	14,134
2p120t2	106,488	12,796
Průměr	112,121	13,643
2pstandard	109,925	7,325

Tab.25:

Vzorek	% α-celulózy	η / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
Pr. vzorek	95,93	4,06	2448

2pstandart	97,74	4,155	3271
------------	-------	-------	------

**5.2.2.5 Kepr 1K, přístroj Philips, doba působení 120 min,  
klocování v 1% suspenzi TiO<sub>2</sub>**

Tab.26:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1k120t	92,059	0,427	6,395	77,044	80,837	79,262	53,36147
1k120t1	91,87	0,306	7,373	76,58	80,412	77,549	48,83651
1k120t2	90,047	0,497	7,049	72,857	76,404	73,936	46,90592
Průměr							49,70130
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.27:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1k120t	722,419	31,336
1k120t1	732,631	27,688
1k120t2	706,478	31,660
Průměr	720,509	30,228
1kstandard	779,888	28,582

Tab.28:

Vzorek	% α-celulózy	η / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
pr. vzorek	96,49	4,02	2098
1kstandart	94,77	4,26	4168

**5.2.2.6 Plátno 1P, přístroj Philips, doba působení 120 min,  
klocování v 2% roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

Tab.29:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1p120s	85,956	0,095	9,536	64,577	67,899	62,54	31,42016
1p120s1	86,992	0,168	9,677	66,598	69,989	64,415	32,0846
1p120s2	85,725	0,563	10,806	64,345	67,438	60,675	25,42784
Průměr							29,6442
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784

Tab.30:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1p120s	103,8	12,261
1p120s1	112,975	12,261
1p120s2	67,037	11,305
Průměr	94,604	11,942
1pstandard	104,675	7,726

Tab.31:

Vzorek	% α-celulózy	η / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
--------	--------------	----------------------------	-----

pr. vzorek	99,76	4,105	2840
1pstandart	99,57	4,1	2796

**5.2.2.7 Plátno 2P, přístroj Philips, doba působení 120 min, klocování v 2% roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

Tab.32:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
2p120s	86,099	0,597	10,38	65,072	68,185	61,868	27,45196
2p120s1	86,403	0,567	10,766	65,641	68,797	62,024	26,37882
2p120s2	85,145	0,81	12,565	63,361	66,293	57,676	17,77576
Průměr							23,868
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272

Tab.33:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
2p120s	78,875	13,578
2p120s1	123,4	13,866
2p120s2	113,628	13,612
Průměr	105,301	13,685
2pstandard	109,925	7,325

Tab.34:

Vzorek	% α-celulózy	η / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
pr.vzorek	97,22	4,105	2840
2pstandart	97,74	4,155	3271

**5.2.2.8 Kepr 1K, přístroj Philips, doba působení 120 min, klocování v 2% roztoku Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>**

Tab.35:

Vzorek	L	a	B	X	Y	Z	W (světlost)
1k120s	86,668	0,728	9,518	66,224	69,332	63,956	31,30472
1k120s1	87,937	0,658	9,618	68,673	71,934	66,377	32,69332
1k120s2	87,873	1,035	10,465	68,72	71,802	65,26	28,52176
Průměr							30,840
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.36:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1k120s	702,174	34,014
1k120s1	719,636	30,306
1k120s2	585,362	30,855
Průměr	669,057	31,725
1kstandard	779,888	28,582

Tab.37:

Vzorek	% α-celulózy	η / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
--------	--------------	----------------------------	-----

pr.vzorek	92,84	4,31	4591
1kstandart	94,77	4,26	4168

### 5.3. Klasické technologie bělení

#### 5.3.1 Bělení chlornanem sodným, doba bělení 90 min

Klíč: První číslice a následující písmeno označuje materiál viz kap. 4.2., 90c označuje čas v minutách u bělení chlornanem, p20 nebo p30 označuje koncentraci při peroxidovém bělení, pp10 nebo pp30 označuje čas při bělení pářením.

Tab.38:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1p90c	89,126	0,565	10,21	71,01	74,431	68,104	32,018928
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784
2p90c	88,397	0,928	11,266	69,712	72,893	65,378	26,14336
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272
1k90c	89,664	1,143	10,704	72,378	75,579	68,623	29,612372
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.39:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1p90c	114,787	14,415
1pstandard	104,675	7,726
2p90c	114,725	16,421
2pstandard	109,925	7,325
1k90c	801,162	36,608
1kstandard	779,888	28,582

Tab.40:

vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ $10^{-3}$	PPS
1p90c	86,07	4,14	1922
1pstandard	99,57	4,1	2796
2p90c	97,07	4,12	2969
2pstandard	97,74	4,155	3271
1k90c	94,39	4,07	2535
1kstandard	94,77	4,26	4168

### 5.3.2 Bělení peroxidem vodíku, koncentrace 20 ml 30% a 30 ml 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Tab.41:

vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1p20	93,895	-0,539	3,633	80,54	85,027	87,357	71,833044
1p30	rozpadající se vzorek						
1pstandard	85,753		0,843	10,465	64,522	67,495	61,108

Tab.42:

vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
2p20	94,775	-0,459	4,721	82,535	87,087	87,963	68,188496
2p30	94,922	-0,758	4,426	82,707	87,433	88,742	70,551428
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272

Tab.43:

vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1k20	95,735	-0,425	5,496	84,718	89,37	89,216	66,265688
1k30	95,936	-0,856	4,068	84,95	89,854	91,779	74,690508
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.44:

vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1p20	108,338	12,796
1p30	rozpadající se vzorek	
1pstandard	104,675	7,726

Tab.45:

vzorek	pevnost/N	tažnost/%
2p20	137,4	16,14
2p30	22,6	8,381
2pstandard	109,925	7,325

Tab.46:

vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1k20	651,188	32,207
1k30	754,425	16,288
1kstandard	779,888	28,582

Tab.47:

vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ 10 <sup>-3</sup>	PPS
1p20	95,46	4,02	2098
1pstandart	99,57	4,1	2796
2p20	80,77	3,965	1614

2pstandart	97,74	4,155	3271
1k20	99,93	4,295	4464
1kstandart	94,77	4,26	4168

### 5.3.2 Bělení 20 ml 30% H<sub>2</sub> O<sub>2</sub> pařením 30 min při 100°C a 10 min při 110°C

Tab.48:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1pp10	92,167	-0,714	4,094	76,71	81,079	82,595	66,41426
1pp30	94,286	-0,332	2,85	81,511	85,938	89,427	76,095016
1pstandart	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784

Tab.49:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
2pp10	92,58	-0,589	4,52	77,656	82,012	82,983	64,989668
2pp30	94,235	-0,34	2,774	81,393	85,818	89,41	76,377476
2pstandart	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272

Tab. 50:

Vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1kp10	94,356	-0,814	4,267	81,418	86,102	87,584	70,260424
1kp30	95,106	-0,512	3,205	83,249	87,869	90,953	76,501664
1kstandart	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.51:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1pp10	142,15	15,218
1pp30	134,563	14,535
1pstandart	104,675	7,726

Tab.52:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
2pp10	101,987	13,331
2pp30	128,625	10,656
2pstandart	109,925	7,325

Tab. 53:

Vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1kp10	736,7	34,2
1kp30	814,513	33,993
1kstandart	779,888	28,582

## 5.4 Srovnávací metoda bělení slunečním zářením

Bělení slunečním zářením proběhlo za těchto podmínek:

8. dubna 2007

p = 1021,8 - 1024,5 hPa

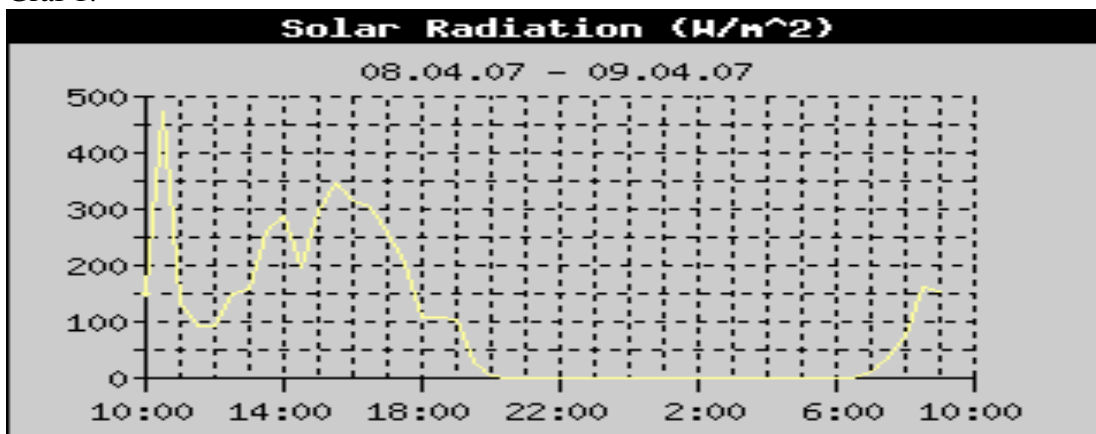
rel. vlhkost % = 28-45 %

max. intenzita záření = 717 W/m<sup>2</sup>

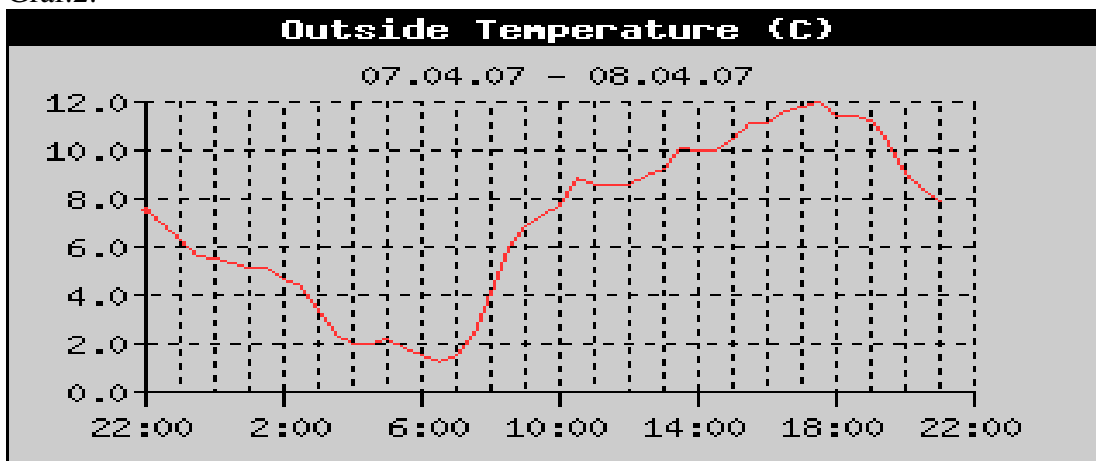
Tab. 54:

hodina	intenzita záření W/m <sup>2</sup>
11,00	117
12,00	121
13,00	137
14,00	142
15,00	221
16,00	216
17,00	146
18,00	91
průměrná hodnota	148,875

Graf 1:



Graf.2:





9. dubna 2007

p = 1013,2 - 1016,7 hPa

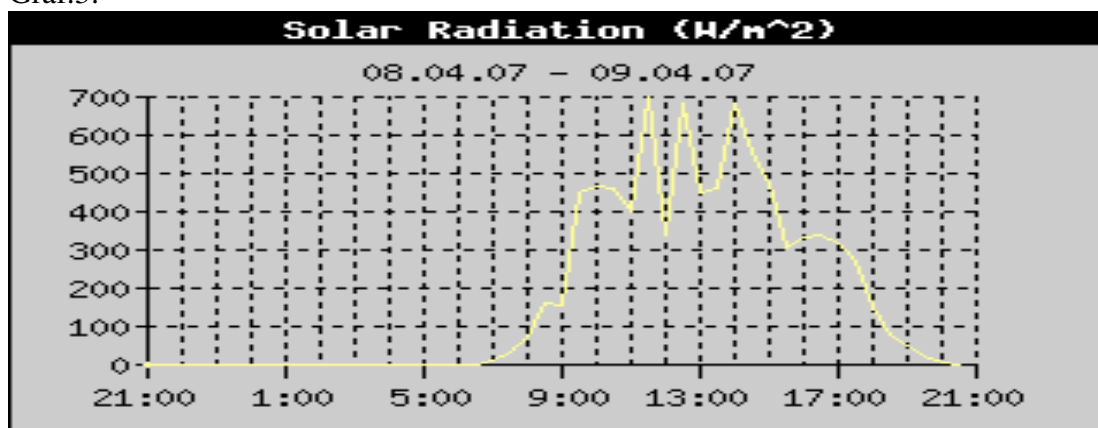
rel. vlhkost % = 51-83 %

max. intenzita záření = 919 W/m<sup>2</sup>

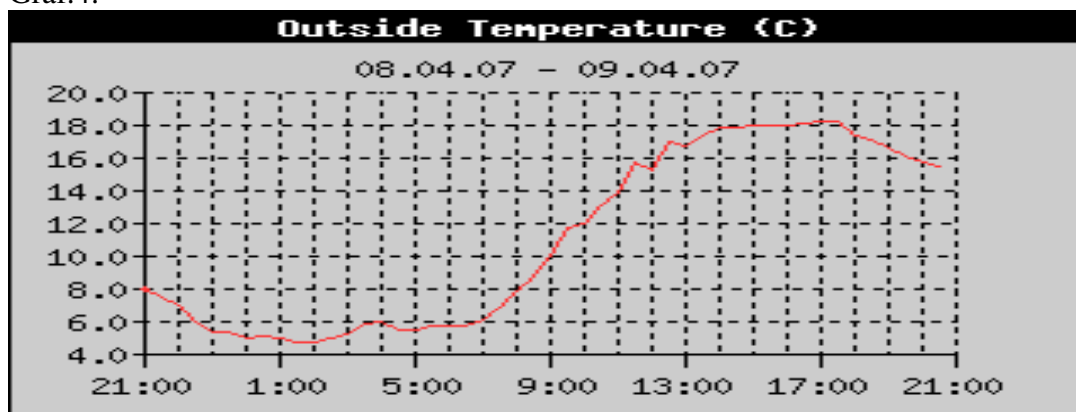
Tab.55:

hodina	intenzita záření W/m <sup>2</sup>
9,00	441
10,00	490
11,00	492
12,00	919
13,00	463
14,00	735
15,00	390
16,00	425
17,00	383
18,00	241
19,00	157
průměrná hodnota	466,91

Graf.3:



Graf.4:



Klíč: První číslice a následující písmeno označuje materiál viz kap. 4.2., stb- znamená bělení slunečním zářením, poslední číslice je pořadové číslo v sérii.

Tab.56:

vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1pstb	90,598	-0,322	6,75	73,604	77,603	75,524	50,667416
1pstb1	90,499	-0,387	6,882	73,366	77,385	75,136	50,040144
1pstb2	90,753	-0,37	6,767	73,902	77,94	75,844	50,944472
průměr							50,550677
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784

Tab.57:

vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1pstb	99,888	12,676
1pstb1	101,6	12,81
1pstb2	104,85	12,663
průměr	102,112	12,716
1pstandard	104,675	7,726

Tab.58:

vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ $10^{-3}$	PPS
pr. vzorek	93,70	4,195	3615
1pstandart	99,57	4,1	2796

Tab.59:

vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
2pstb	90,853	-0,002	7,834	74,289	78,161	74,703	45,714344
2pstb1	90,603	-0,271	7,733	73,638	77,613	74,284	46,264064
2pstb2	91,11	-0,21	7,373	74,724	78,726	75,857	48,562972
průměr							46,847126
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272

Tab.60:

vzorek	pevnost/N	tažnost/%
2pstb	128,575	14,803
2pstb1	117,45	12,275
2pstb2	61,663	9,197
průměr	102,562	12,092
2pstandard	109,925	7,325

Tab.61:

vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ $10^{-3}$	PPS
pr. vzorek	93,74	4,08	2623
2pstandart	97,74	4,155	3271

Tab.62:

vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1kstb	90,697	0,201	8,331	74,06	77,818	73,732	42,914384
1kstb1	91,852	0,045	8,308	76,413	80,372	76,299	45,134144
1kstb2	91,362	0,122	8,2	75,416	79,283	75,355	44,682732
průměr							44,243753
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab.63:

vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1kstb	686,95	25,825
1kstb1	728,392	26,092
1kstb2	708,91	29,317
průměr	708,084	27,078
1kstandard	779,888	28,582

Tab.64:

vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ $10^{-3}$	PPS
1kstb	94,50	4,315	4633
1kstandart	94,77	4,26	4168

## 5.5 Standardní nebělené vzorky

Tab.65:

vzorek	L	a	b	X	Y	Z	W (světlost)
1pstandard	85,753	0,843	10,465	64,522	67,495	61,108	26,28784
2pstandard	86,223	1,185	11,538	65,57	68,434	60,816	22,123272
1kstandard	88,589	1,22	10,137	70,233	73,296	67,09	30,420116

Tab. 66:

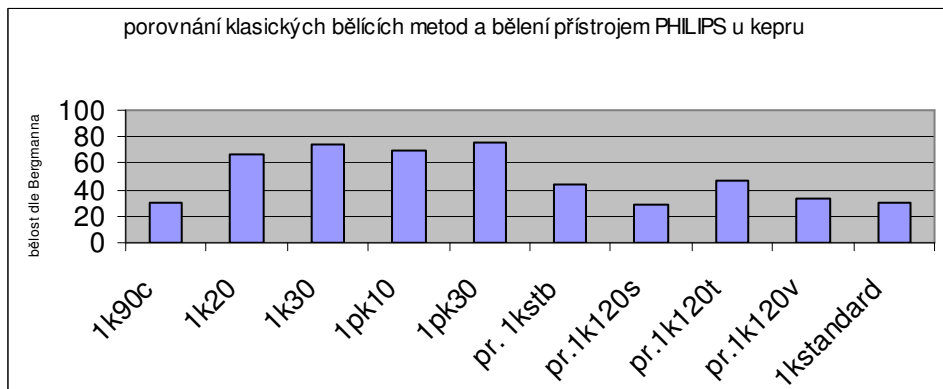
vzorek	pevnost/N	tažnost/%
1pstandard	104,675	7,726
2pstandard	109,925	7,325
1kstandard	779,888	28,582

Tab.67:

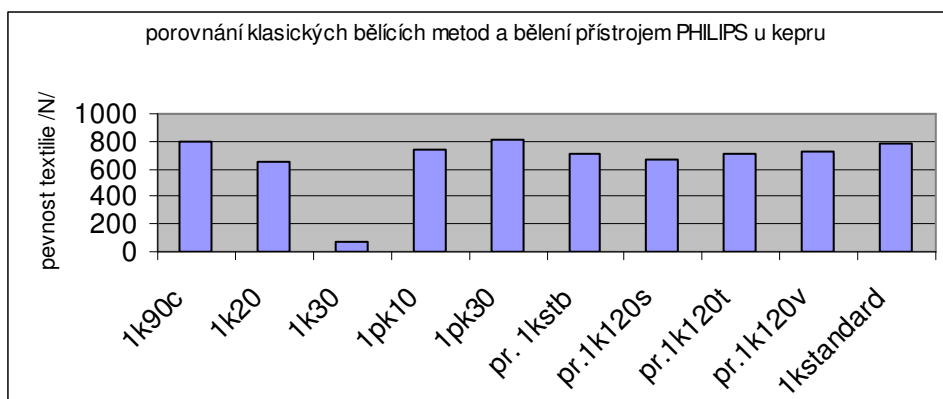
vzorek	% $\alpha$ -celulózy	$\eta$ / Pa.s/ $10^{-3}$	PPS
1pstandart	99,57	4,1	2796
2pstandart	97,74	4,155	3271
1kstandart	94,77	4,26	4168

## 5.6 Grafické porovnání bělosti a pevnosti bělicích metod

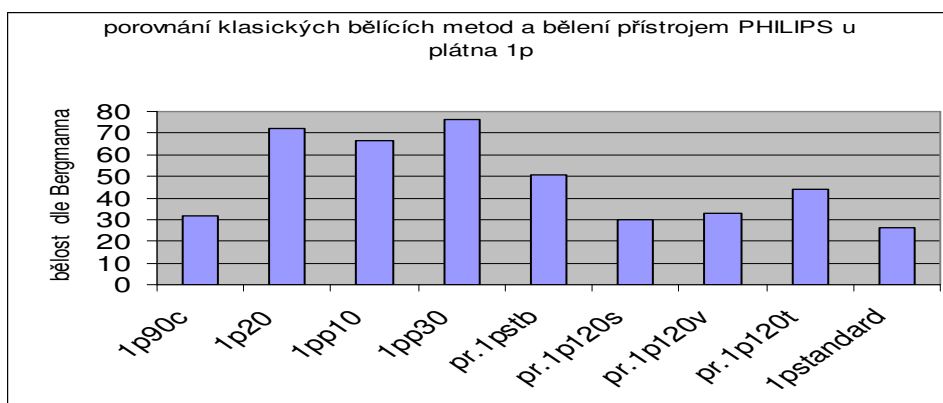
Graf.5



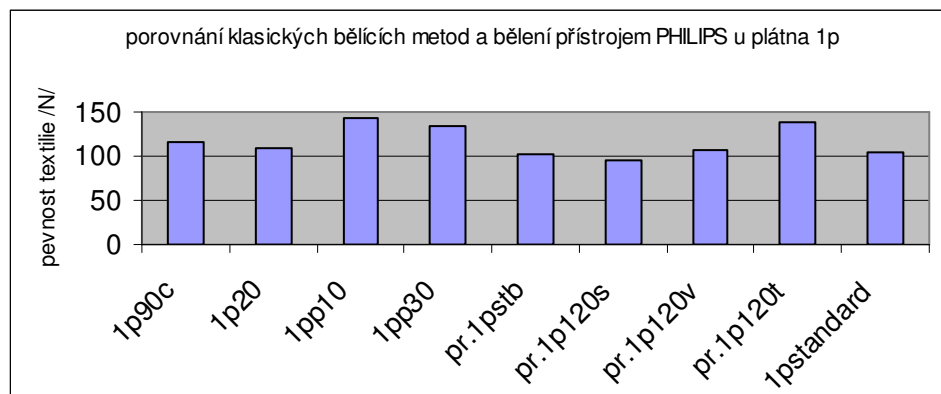
Graf.6



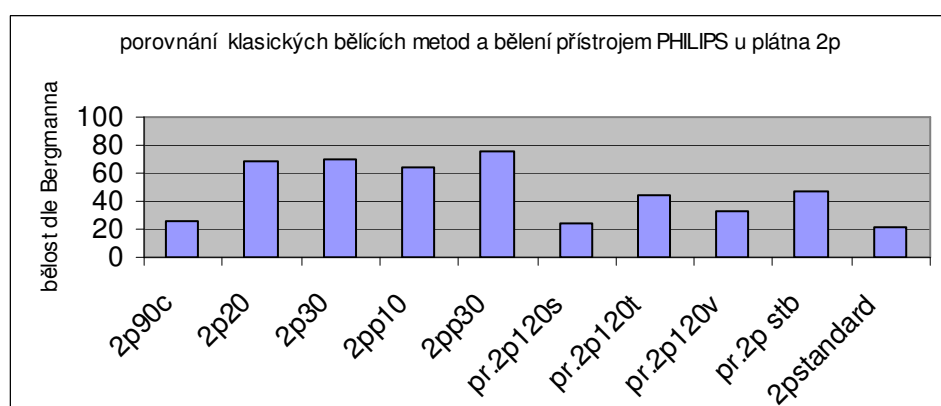
Graf .7



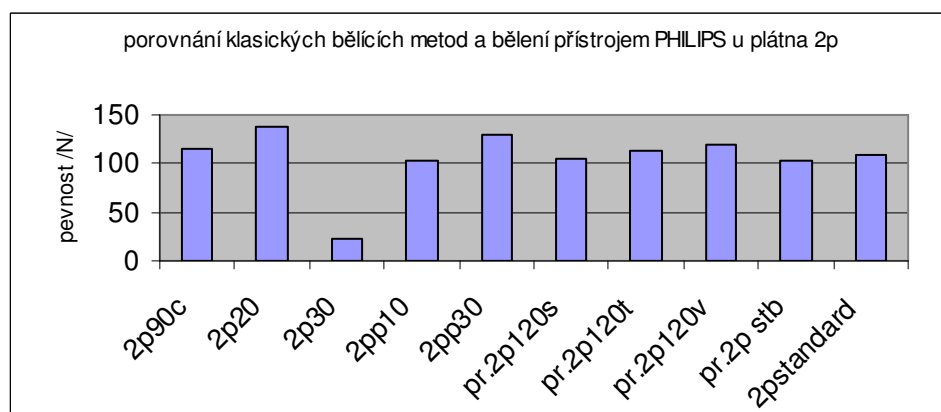
Graf.8



Graf.9

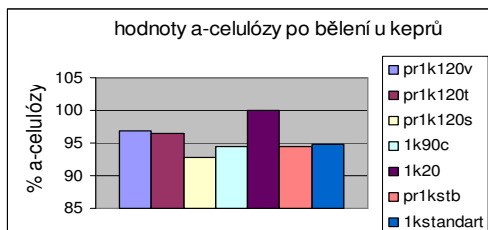


Graf.10

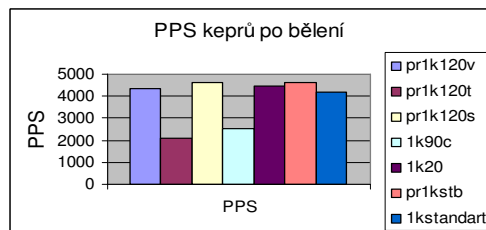


## 5.7 Grafické porovnání chemických a fyzikálně chemických stanovení bělených textilií

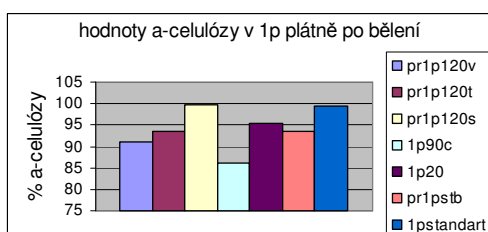
Graf.11:



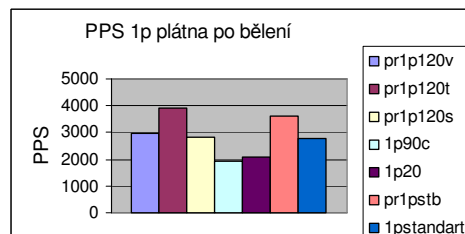
Graf.12:



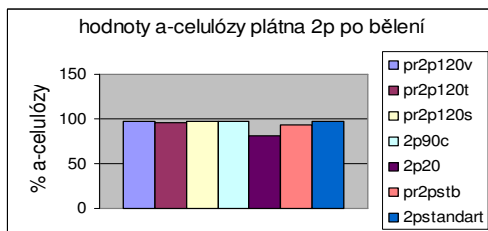
Graf.13:



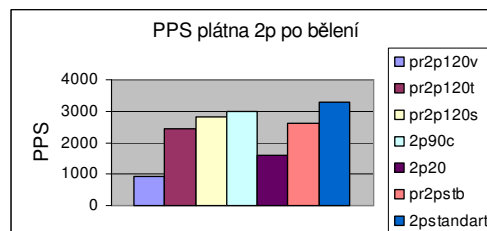
Graf.14:



Graf.15:



Graf.16:



Vlhkost měřených vzorků byla stanovena vázkovou metodou, sušina = 95,362 %

Vzorky pro stanovení  $\alpha$ -celulózy a PPS byly pro daný způsob bělení zpracovány jako průměrné, tzn. že stejná hmotnostní množství jednoho daného druhu textilie a způsobu bělení byla smíchána a následně stanovena.

## 6. Diskuse výsledků

Bělení slunečním zářením je metoda zušlechťování textilií stará nejméně 200 let. Ještě na začátku 20. století byla používána pro bělení lnu. Stejně tak bylo dřívějšími pokusy prokázáno, že je možné bavlnu poškodit dlouhodobou expozicí světelným zářením a vytvořit tak známou formu – fotocelulózu.<sup>10)</sup>

Bakalářskou prací bylo prokázáno, že bělení skutečně probíhá pomocí UV záření a dle první části výsledků měření lze říci, že probíhá i v monochromatickém světle. Výsledky bakalářské práce dovolují tvrdit, že na výsledek bělení a kvalitu textilie má vliv spolupůsobení chemikálií. Například při 30 min expozici UV světlem a působení oxidu titaničitého došlo ke zvýšení pevnosti a tažnosti, tedy k jakési paralele mercerování. Rovněž při působení 1% roztoku sody a krátkému působení UV záření došlo k výše uvedenému jevu.

U série pokusů s titanovou bělobou, vyjma klasického bělení, byl nejvyšší stupeň běli. Nedostatkem použití suspenze titanové běloby bylo vypírání. Po vyprání vodou, ať studenou nebo teplou, usušení a následně při zpracování v roztoku hydroxidu sodného došlo opětovně k vylučování bílého zákalu, nezávisle na struktuře textilie. Lze se domnívat, že v tomto případě dochází k slabým vazebným interakcím vlivem volných elektronových párů na kyslíku  $\text{TiO}_2$  a OH skupinou v celulózovém řetězci a následným působením NaOH se tyto interakce uvolňují.

Naopak působení roztoku sody společně s UV zářením nevedlo k rapidnímu zvýšení bělosti textilií. Na základě výsledků lze rovněž tvrdit, že nastává poškození textilií vlivem světelného záření v daleko menším rozsahu než u textilií bělených klasickými technologiemi. Výsledky měření také ukazují, že dostava a tedy i struktura je podstatný parametr pro bělení slunečním světlem, nebo i světlem umělým. Čím otevřenější struktura, tím vyšší stupeň běli.

## **7. Závěr**

V rámci bakalářské práce byla ověřována možnost bělení světelným zářením. Ve výsledcích bakalářské práce lze nalézt hodnoty, které nasvědčují tomu, že lze bělit i monochromatickým světlem, aniž bychom hledali další prostředky, které by bělení urychlily. Dalším pokračováním práce by bylo možné nastínit bližší parametry bělicího procesu, jak z hlediska vlnových délek, tak z hlediska intenzity světelného záření. Metoda bělení UV zářením si rozhodně zasluhuje dalšího pokračování z důvodu minimálního vlivu na životní prostředí.



## 8. Literatura

- 1/ Kol. autorů: Příručka textilního odborníka, SNTL, Alfa , Praha 1981
- 2/ THOR (firemní příručka):Leitfaden für die Vorbehandlung, Thor
- 3/ Kol. autorů: Příručka pro textilní barvíře a tiskaře, SODB Praha, 1976
- 4/ B.Klimeš, J.Kracík, A.Ženíšek: Základy fyziky II, Academia Praha, 1972
- 5/ J.Klikorka, B.Hájek, J.Votinský: Obecná a anorganická chemie, SNTL, Alfa 1989
- 6/ J.Růžička: Chemický příruční slovník, SNTL, Praha 1953
- 7/ J.Růžička a kol. :Technologie předprav,finálních a speciálních úprav textilních materiálů, VŠCHT Pardubice, 1985
- 8/ I.Melcer a kol.: Analytická chémia dreva,alfa,1976
- 9/ V.Felix: Běličství, SNTL Praha 1953
- 10/ Fr. Fučík : Bavlna,Textilní ústav československý,1949
- 11/ J.Růžička,L. Kudláček : Struktura a vlastnosti textilních vláken,VŠCHT Pce,1988
- 12/ J. Vohlídal a kol.: Chemické tabulky, SNTL 1985
- 13/ Z.Koudelka : Informativní přehled č. 2/1978 VUZ Dvůr Králové n. L.
- 14/ Bařinka, Blažíček, Černý, Langr,Uhlíř-PV 6704-75 AO I85366
- 15/ MPO-NV č.25/1999 Sb.
- 16/ ČSNi- ČSN 800601-stanovení PPS bavlny
- 17/ ČSNi-ASTM D 5035-95-Standardní metoda zkoušení pevnosti textilií
- 18/ GOST 6840-54-Stanovení  $\alpha$ -celulózy v celulóze
- 19/ Vl. Havlíček, M.Osten, J.Šňupárek: Přehled plastických hmot, SNTL Praha 1960
- 20/ K. Andrlík, Fr.Petrů: Základy průmyslové chemie 1,3 díl, Práce, Praha 1953
- 21/ M.Orchin a kol. : Organická chemie-příruční naučný slovník, SNTL Praha 1986
- 22/ Kol. autorů: Organická synthesa, Academia Praha 1971, přeloženo z něm. originálu
- 23/ Organisch-chemisches Grundpraktikum, VEB DVW, Berlin, 1965
- 24/ F.Renger, J. Kalous: Analytická chemie I,VŠCHT Pardubice 1987
- 25/ E. Červenka, Z. Král, B. Tomis: Chemie dřeva a celulózy, SNTL Praha 1980
- 26/ O.Myšínský: Zkušebnictví v textilním průmyslu,Práce-vydavatelství ROH, Praha,1952
- 27/ D. Machaňová: Praktické návody pro cvičení, FT TUL Liberec,
- 28/ M.Grališki: Chemicko-technické textilní rozborý, SNTL Praha 1967
- 29/ [www.solarobchod.cz](http://www.solarobchod.cz) : internetové stránky zabývající se ohřevem solárními panely
- 30/ [www.bioderma.cz](http://www.bioderma.cz) : internetové dermatologické centrum
- 31/ J.Briestenský: Zpráva o výrobě poloproduktu Traumacel P, SVÚT Liberec, 1984
- 32/ [www.vilber.com](http://www.vilber.com) : internetové stránky výrobce UV lamp